

- ☐ Experimentando con su PC: Lápiz óptico
- ☐ Detección del tipo de procesador
- ☐ Corrección de imágenes defectuosas

PC Práctica

publicación mensual de Editorial Cul - Tec S. A.

año 3 - número 34

Febrero de 1995

ISSN 0327 - 6600

\$ 4.-

Procesamiento de IMAGENES

3	3	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
2	2	2	1	0	0	0	0	2	1	1	2	1	0	0
2	1	0	0	0	0	1	2	3	1	1	2	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	1	1	3	4	4	2	1	1	0	0	0
4	2	2	5	4	4	3	3	3	2	2	1	2	1	0
4	3	3	5	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2
4	4	3	4	3	3	2	3	4	4	3	2	1	3	3

- ☐ Almacenamiento y representación de imágenes
- ☐ Cómo prolongar la vida útil de su PC

el ABC de la informática...



El ABC del MS-DOS

Manual claro y completo destinado a quienes desean conocer y aprovechar el poder de las PC. Una guía progresiva referente a todos los aspectos del Sistema Operativo.

\$ 27.-



El ABC del DOS 4

Una guía práctica y sencilla para el uso de DOS versión 4 en una IBM PC, XT, AT, PS/2 o sistema compatible. La claridad de las instrucciones le permitirá el manejo eficiente del sistema.

\$ 29.-



El abecé de MS-DOS 5

Este libro está organizado para que un principiante aprenda a utilizar el sistema operativo MS-DOS 5. También, pensando en los profesionales, se exponen órdenes y tareas más complejas.



El ABC del MS WORD

Le permitirá utilizar rápidamente el programa. Con los ejemplos prácticos que se brindan, no tardará en adquirir el dominio necesario para emplear este poderoso procesador de texto.

\$ 27.-



El ABC del dBASE IV 1.1

Escrito en lenguaje cotidiano, fácil de seguir, tiende a obtener rápidamente resultados prácticos. Siguiendo las instrucciones, podrá aprender a crear y editar bases de datos.

\$ 28,60



El ABC del 1-2-3

Todas las bases del Lotus 1-2-3 versión 2.2 y 2.3 en una guía fácil de usar y consultar. El ABC del 1-2-3 versión 2.2 y 2.3 es un tutorial práctico escrito especialmente para principiantes.

\$ 28.-

Solicítelos agregando \$ 6.- para envío por Correo Certificado, mediante giro postal o bancario a la orden de:

EDITORIAL CUL-TEC S.A.

Independencia 1654 - 1100 Buenos Aires

Tel/Fax 383-7126 381-9308 381-9327

Horario: Lunes a Viernes de 10 a 17 horas



PC Práctica

u m a r i o

Publicación mensual de

editorial cul - tec s.a.

Presidente

Juan S. Cutrone

Vicepresidente

Pablo R. Mazzitelli

Av. Independencia 1654

1100 - Buenos Aires

Tel/Fax 383-7126 381-9308/9327

Director

Ing. Victor O. Cutrone

Director Técnico

Lic. Fernanda A. Tasso

Jefe de Redacción

Ing. Carlos A. Serventi

Publicidad

Arg. Silvia M. Catanese

Diseño y diagramación

Juan J. Vicente

CORREO ARGENTINO CENTRAL (B)	FRANQUEO A PAGAR
	CUENTA N° 1388
	TARIFA REDUCIDA CONCESION N° 2078



Impreso en

Talleres Gráficos Conforti SA.

Av. Reg. de los Patricios 1941 Cap. Fed

• Editorial	4
• Procesamiento de imágenes	
Las analogías entre audio y video	5
La percepción visual	8
Almacenamiento y representación de imágenes	14
Proceso punto a punto	18
• PC Práctica previene	
Prolongando la vida de su PC	25
• Novedades en shareware	
Hyperlock 3.1 Pro	28
• Investigando la "movida"	
Corrección de imágenes degradadas	30
• Experimentando con su PC	
Lápiz óptico	39
• La página del usuario	
Reconocimiento del microprocesador	46
• Desafío	
Será Justicia	48
• Correo de lectores	50

Dirección Nac. del Derecho de Autor N° 368266

Reg. de Pat. y Marcas Tit. de Prop. A 1815464

Prohibida la reproducción total o parcial
sin autorización expresa

La responsabilidad de los artículos firmados co-
rresponde únicamente a los autores

Miembro de Asoc. Arg. de Editores de Revistas

Asoc. de la Prensa Técnica Arg.

Concesionarios para la venta
en la Capital y Gran Buenos Aires

Distribuidora Cancellaro S.R.L.

V. del Pino 2639 5ªA - Buenos Aires

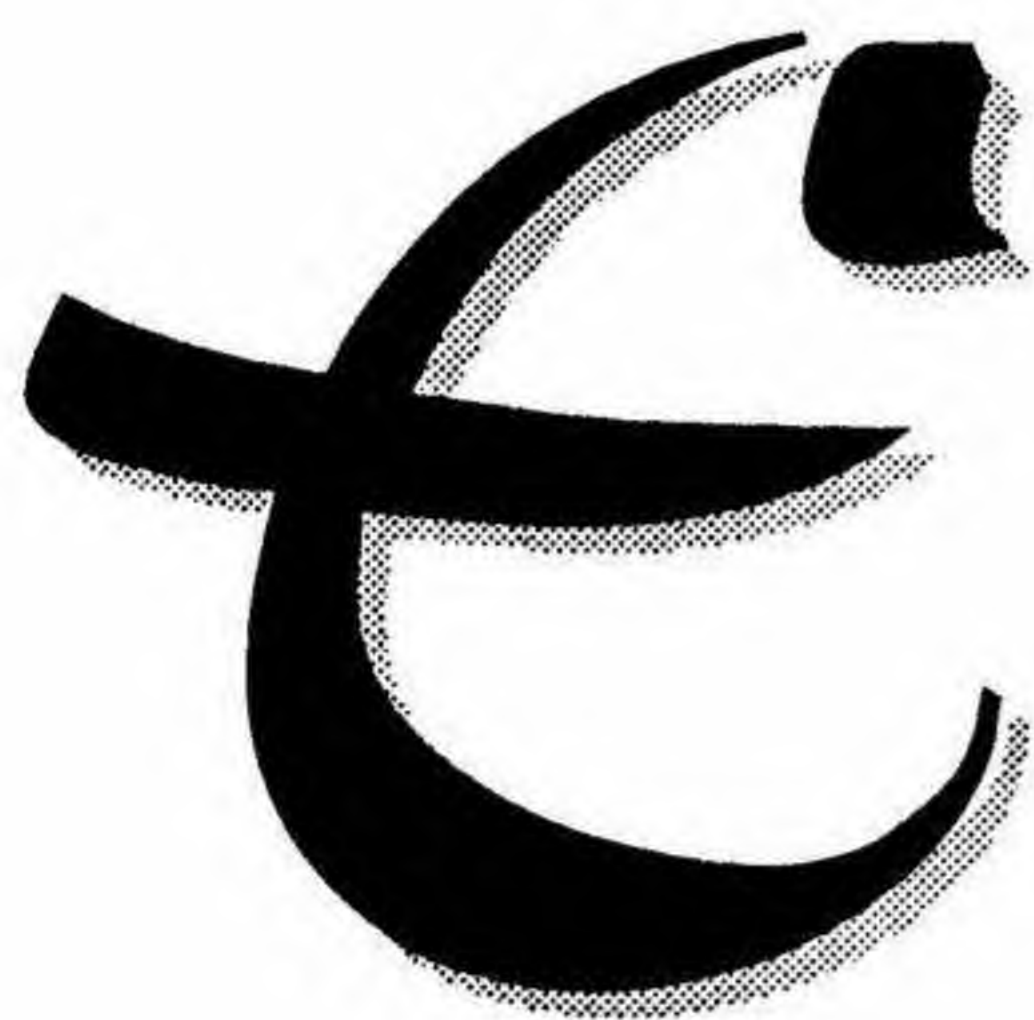
Tel. 782-7925

en el interior del País

Distribuidora Bertran S.A.C.

Vélez Sarsfield 1950

Buenos Aires



ditorial

Abordamos un tema de relativa complejidad, que requiere una explicación abundante de fundamentos, como es el proceso de imágenes.

Para poder atacar este tema con la debida profundidad, resulta necesario exponer previamente las bases del almacenamiento, captura y reproducción de imágenes, los sesgos de la percepción de las mismas que permiten "cortar camino" frente a dificultades técnicas, y conceptos complejos tales como la operación en el dominio de frecuencias (el espacio de Fourier).

Como disponer de esta base es atractivo, pues abre las puertas a próximas notas sobre tratamiento de imágenes, animación y reconocimiento de patrones, hemos resignado por este número algunas secciones habituales en favor de poder completar ese panorama.

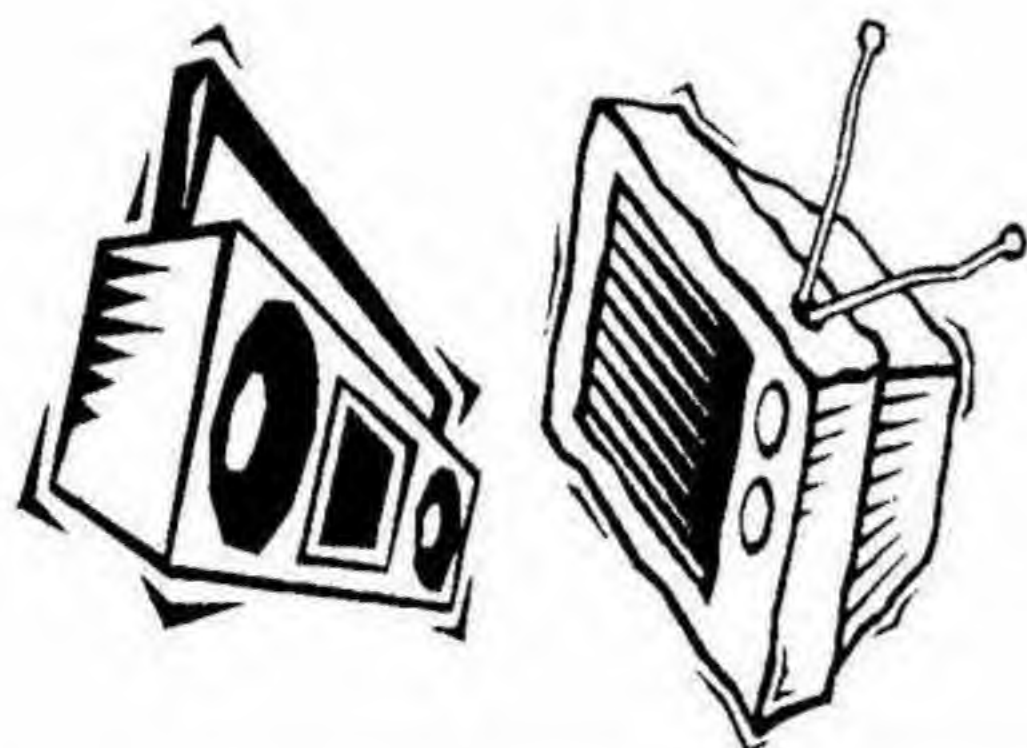
A fin de evitar una repetición innecesaria, referimos al lector a números recientemente publicados donde se abordan algunos temas relacionados; en la presente edición tratamos de dar las herramientas para que esos conceptos puedan ser aprovechados para nuestro tema central, el procesamiento de imágenes.

La Dirección



Las analogías entre audio y video

Una analogía que lejos de ser un simple metáfora permite trasladar al proceso de imágenes conceptos relativos al procesamiento de señales de audio



El proceso digital de imágenes guarda un paralelismo muy pronunciado con el proceso de señales de audio. Además de ser ésta una cuestión muy interesante de analizar, nos permite trasladar a esta área conceptos, conocimiento y experiencia que podamos haber adquirido en DSP aplicado a audio.

En números anteriores de **PC Práctica** se exploró este último tema, y procuraremos revalidar lo discutido como una forma de apoyo al tema que en el que se centra esta edición.

Nos referiremos permanentemente al proceso de imágenes en **blanco y negro** (*en gama de grises*), que son sistemas de tres variables: dos **independientes** (las coordenadas horizontal y vertical) y una **dependiente** (el valor de gris en cada punto).

El proceso de imágenes cromáticas es similar, con la mayor complejidad que surge de que las variables independientes pasan a ser tres (tres parámetros son necesarios para caracterizar el valor cromático de cada punto, de manera de satisfacer los requisitos visuales humanos).

En nuestras ediciones N°27 y 28 se trató la **Transformada de Fourier** y el concepto y diseño de filtros digitales, principalmente orientados a proceso de audio. El proceso de video es análogo, *excepto que involucra una coordenada extra*.

En análisis de audio, la señal es **monodimensional** (sólo hay una variable independiente), y también lo son las transformadas y los filtros. En el proceso de imágenes subsisten esos conceptos, llevados a las dos

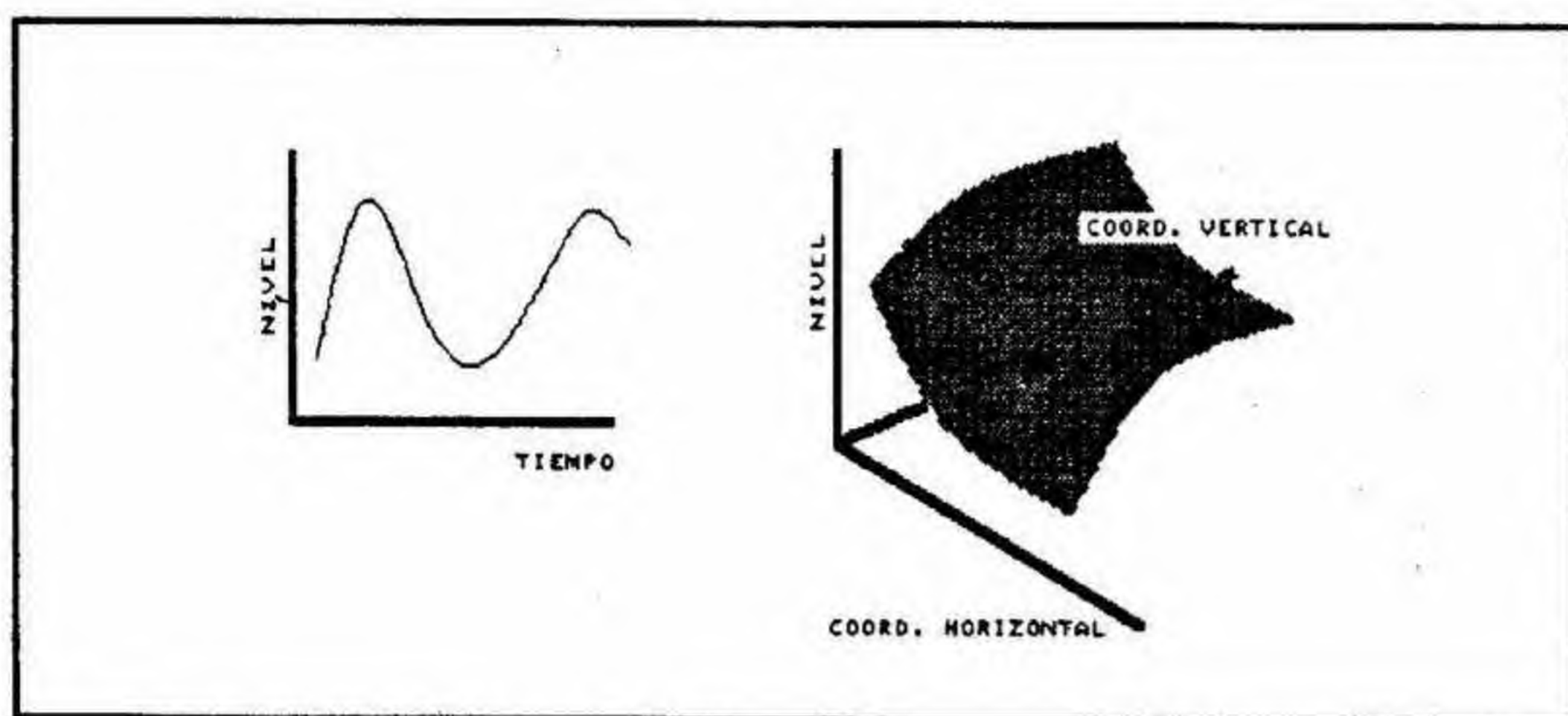


Fig.1 - Señal de audio e imagen

dimensiones de la imagen (figura 1).

Analogías

En una señal de audio digitizada (figura 2), se tienen valores de **nivel** (muestras) tomadas a intervalos de **tiempo** dados (tiempo de muestreo). Estas muestras son discretas (pueden tomar un valor de N posibles), pero en general N es un número **grande** (típicamente entre 256 y 65536).

En una imagen, el intervalo de muestreo es el **ancho del pixel**, las variables independientes, **coordenadas espaciales**, y el valor de la muestra está también discretizado, pero la gama disponible *suele ser bastante más reducida*: 2, 4, o 16 valores; 256 en algunos casos y excepcionalmente cantidades superiores.

Aquí encontramos una primera diferencia: la discretización de la imagen introduce una degradación apreciable, por lo que la etapa de digitización pasa a ser crítica.

Lo que en sonido es **frecuencia**, en una imagen correspon-

de a la frecuencia de **repetición de patrones** (por ejemplo, barras paralelas). Los mismos efectos indeseados a los que está expuesto el procesamiento de audio aparecen en el de imágenes.

Aliasing

En audio habíamos mostrado cómo era imprescindible eliminar, antes de la digitalización, todo componente de frecuencia superior a la de **Nyquist, F_n** , igual a la mitad de la frecuencia de muestreo. *El mismo efecto aparece en las imágenes*: si existen patrones de "frecuencia" F superior a un cambio cada dos pixels, el resultado será un "plegado" (**aliasing**) de esta frecuencia, que aparecerá como una componente espuria de frecuencia $F_m - F$.

Una diferencia sustancial entre ambos casos es que las muestras de audio son por lo general prácticamente **instantáneas** (la resolución en tiempo es grande), mientras que para cualquier dispositivo de digitización la resolución no suele ser mejor que el tamaño de pixel.

Esta limitación actúa como un *filtro pasabajos* que atenúa las altas frecuencias (es decir, los detalles *muy finos* de la imagen) y aleja la posibilidad del plegado mencionado.

Puestos a citar diferencias, observemos que las frecuencias de muestreo típicas discrepan cuando se las compara con las **perceptibles**. En audio, se puede muestrear a frecuencias **muy superiores** a las que puede responder el oído humano; en video, el tamaño del pixel suele ser bastante mayor que el que un ojo puede distinguir (la frecuencia es, por ende, **menor**).

Por otro lado, desde el punto de vista de la percepción, se presenta otra discrepancia importante. La visión responde a **niveles** (valores de color), mientras que el oído actúa más bien en el dominio de las **frecuencias**. Si se me permite la ligereza, *el oído responde a la transformada de Fourier de la señal*.

El dominio de frecuencias

La **transformada de Fourier** es, para la imagen, una extensión bidimensional de la transformada considerada en el proceso de audio, pero subsisten todas las consideraciones derivadas de este último caso.

El efecto de cualquier intermedio en la cadena de audio (por ejemplo un amplificador real) o de video (p. ej. una lente) se traduce en una **función de transferencia** que altera la composición espectral que surge de la transformación de Fourier.

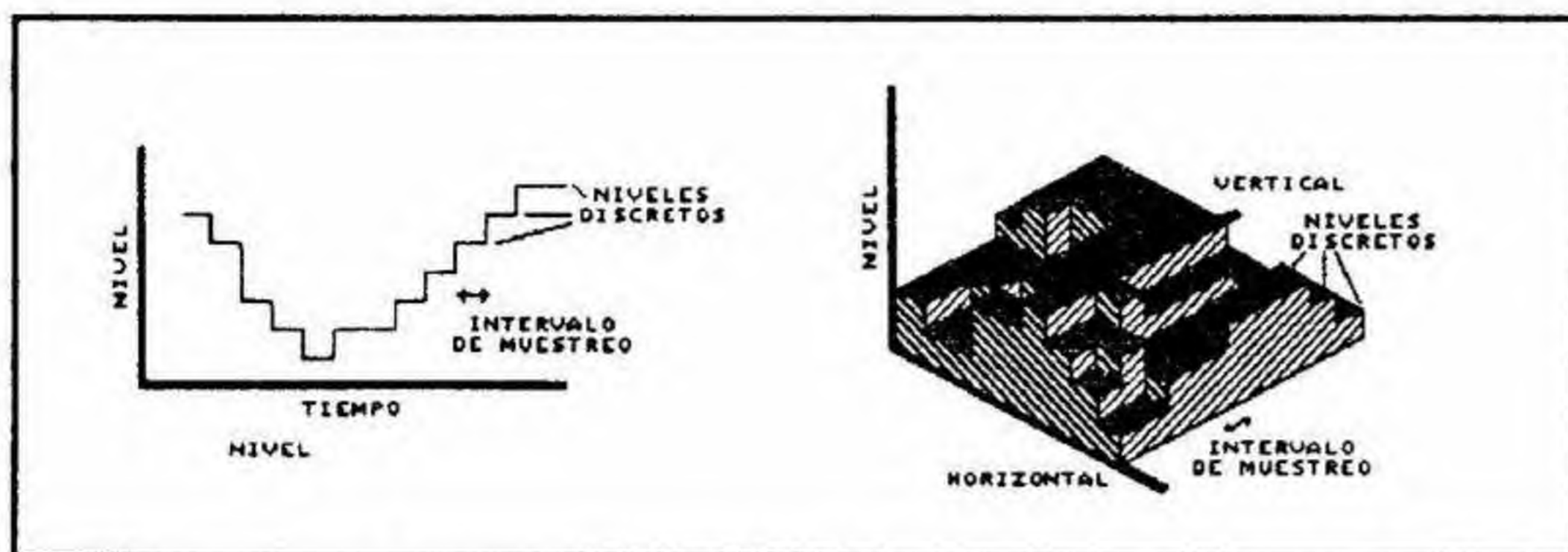


Fig. 2 - Cuantización del nivel y del espacio o tiempo en señales de audio e imágenes digitalizadas

Filtros

También en proceso de imágenes encontramos que pueden implementarse **filtros** lineales IIR o FIR, que en base a las N últimas muestras originales (y, eventualmente, también a las M últimas muestras generadas), y a un conjunto de coeficientes, proporcionan el valor de la muestra procesada.

Desde luego "última muestra" tiene, en video, el sentido de la última analizada según una dirección de exploración.

Los filtros (no sólo los digitales, también los analógicos) presentan en video los mismos efectos que en audio, aunque su correlato sensible quizás difiera. El efecto de un pasabajos será siempre atenuar las altas frecuencias; tratándose de una imagen esto implica **remover el detalle fino** (aquel cuya frecuencia típica de pixels está por encima de la frecuencia de corte), y suavizar los flancos (se produce una difuminación de bordes).

Respuesta a impulso

En el dominio temporal (o espacial, en contraposición al de fre-

cuencias), el comportamiento de un filtro suele caracterizarse por su respuesta a un **impulso** muy breve, o a un **escalón**. En audio, esa respuesta es la evolución del nivel a la salida del filtro, con el tiempo, a una variación abrupta de la señal; en video, la respuesta es la imagen obtenida, donde las alteraciones que el impulso o escalón provocan **se propagan** según ambas coordenadas. Tratándose de imágenes, un impulso es simplemente un píxel negro sobre fondo blanco, o al revés, y un escalón, un borde entre dos áreas de diferente color.

Como en audio, la forma de la respuesta permite caracterizar dos clases de filtros: **FIR** (Finite Impulse Response), cuya respuesta es finita, e **IIR** (Infinite Impulse Response), para los que la respuesta no se extingue -teóricamente- nunca.

Las bajas frecuencias

La utilidad de una analogía depende de que se tenga permanentemente presente cuándo es aplicable y cuáles son las diferencias esperables. En esta analogía se debe ser cuidadoso con el comportamiento a bajas

frecuencias, que el oído no registra, **pero la vista sí**. Los casos típicos son procesos o filtros que introducen variaciones lentas de la base de la señal. En audio, el efecto es imperceptible; en una imagen, se traduce en un gradiente suave pero evidente en las áreas de color plano.

Un ejemplo de esta analogía

Para terminar con el análisis de este paralelismo, nos remitimos a una aplicación publicada a propósito del tratamiento de proceso digital de señales de audio. En ella se indica cómo **modular sonido** en el altavoz de la PC, que como se sabe, *sólo admite estados ON-OFF*. Para pasar de niveles de sonido de una gama de 256 posibles a una de 2, se propuso un método de **modulación de ancho de pulso**, que divide el tiempo en **celdas**, y en cada celda dispone niveles altos de duración proporcional al nivel pretendido.

Se especula con que la inercia del altavoz, y la respuesta limitada del oído a altas frecuencias crearán el efecto de una modulación continua.

El lector reconocerá que es **exactamente** esto lo que se hace cuando se intenta representar una imagen de gama de grises **con sólo dos colores**: los **medios tonos** o halftones, que emplean **celdas** salpicadas de puntos blancos en cantidad proporcional al valor de gris que se intenta representar.



La percepción visual

La obtención de resultados aceptables con medios limitados se basa en aprovechar limitaciones y tendencias de los mecanismos de percepción

La tecnología de registro, producción, y proceso de imágenes (trátase de fotografía, imprenta, TV, equipos computarizados, etc.) apunta en la mayoría de los casos al objetivo de poder rendir una imagen de calidad **aceptable para el observador**. En pocos casos la meta es otra (por ejemplo, máscaras fotográficas para circuitos impresos o para CI).

Imágenes y audio

Como la analogía entre audio y video (en el sentido de imagen) va a tener una presencia constante de aquí en adelante, acudamos ya a ella: el objetivo en grabación, síntesis, proceso y reproducción de audio también tiene en general la misma finalidad subjetiva.

Es así que se presenta continuamente un compromiso entre dos polos: limitaciones técnico-económicas y limitaciones de percepción.

Ojos que no ven...

Cualquier concepción técnica se encuentra con tres vallas: lo que es factible, lo que es rentable y la compatibilidad y normalización. Como la percepción (visual o auditiva) tiene sus limitaciones, en general se trata de limitar al producto amoldándolo a ellas, de manera de obtener resultados posibles, económicos y normalizados.

A continuación analizaremos las limitaciones y tendencias de percepción, pero más vale comenzar con un ejemplo: la TV. La TV actual no invita a una

inmediata sensación de carencia de calidad. A uno le parece que la imagen es aceptablemente buena, que el sonido es realista y que el contenido es pasable.

La imagen en un TV no varía con continuidad (se especula que con 20 cuadros por segundo la sensación es de movimiento continuo). La definición de la imagen *es pobre*, pero se confía en que la gama de colores compensa en la percepción.

La gama de colores, a su vez, *no es completa*, pero se sabe que mientras la luminancia (brillo) sea aceptable, nuestro cerebro acepta cromatismos pobres; que los pardos no requieren mayor definición cromática, y que los colores saturados son infrecuentes en las imágenes filmadas.

El sonido soporta las restricciones típicas de la FM, con un recorte de graves y agudos que enardecería a un audiófilo, *pero es suficiente*. Y para el contenido, se cuenta con la hipótesis de que la más pobre de nuestras funciones *es la intelectual*.

Como se ve, se explota al máximo las particularidades de nuestra percepción para que teóricas deficiencias técnicas resulten tolerables. Puesto así el tema, pareciera que conduciría a un estancamiento del desarrollo tecnológico, una vez alcanzado el supuesto equilibrio

entre oferta técnica y demanda sensorial.

Pero este idilio se transforma en un triángulo cuando aparece en escena un ingrediente adicional: la exigencia. Uno puede estar chocho con su radio a galeña, pero siempre aparece alguien pidiendo más. A veces se trata de exquisiteces reales: por ejemplo, querer escuchar un concierto tal como en una sala.

Otras, *de simple necesidad*. Siguiendo con el ejemplo anterior: audiófilos sumamente exquisitos reclaman respuestas planas hasta 50 o 100 KHz. El hecho es que nadie de la especie homo sapiens puede captar frecuencias tales, ni siquiera como ingrediente armónico.

Además, las dimensiones típicas de una sala (sea de conciertos, o un living reducido) hacen que a esas frecuencias el sonido sea absolutamente direccional: si a Ud. no le apuntan con la flauta soprano, no le llega.

Frente a estas "necesidades" los capitanes de la industria *no arrugan*. Porque si alguien está dispuesto a pagar por una ilusión, ¿por qué quitársela? Al contrario, la competencia comercial y la necesidad de ampliar mercados se traduce en generar *necesidades innecesarias*. Una vez implantadas, la rueda gira sola.

Así, a Ud. lo convencerán de que su equipo de audio debe ser, por lo menos de 30+30 W,

aunque Ud. viva en un depto. como yo. Y si Ud. realmente decide escuchar audio a 30 W por canal, de seguro va a terminar escuchando la Motorola en la seccional más próxima.

¿Audio o imagen?

Permítame aclararle una segura duda: ¿Por qué, si en esta nota se trata de imágenes, estamos volviendo una y otra vez sobre audio?

Pues bien, la analogía es permanente y cabalmente valedera, pero además, el audio se encuentra **mejor cuantificado** para el común de la gente, que como Ud. o yo, podemos medir en términos de potencia, respuesta a frecuencias y distorsión (y también ser engañados como bebés). Y a un televisor lo elegimos por algo tan poco sutil como el tamaño, o a una película fotográfica *por lo que regalen al revelar el rollo*.

La percepción visual

El equilibrio entre alcance técnico y limitaciones y tendencias de la percepción no es una curiosidad: *es el punto de apoyo de toda la tecnología de representación sensible*, sea audio o video (e incluso, aromas y sabores artificiales).

Y por ello es fundamental comprender las **formas** de nuestra percepción. Como en los demás sentidos, la percepción se apoya siempre en tres escalones: la **sensibilidad física**, el **proceso cerebral** primario de

la información adquirida y la intelectualización.

Es que uno no ve: **mira**. El ojo, aún el ideal, es muy imperfecto. La visión humana o animal descansa más en el **proceso de imágenes**.

La óptica de la percepción

El ojo humano no es un ejemplo de perfección óptica. Expuesto hereditariamente o por el envejecimiento (con efectos palpables a partir de los 25) a distorsiones ópticas (miopía, hipermetropía, astigmatismo), *también responde a la técnica del resultado mínimo aceptable*.

En la retina existen dos tipos de sensores, que básicamente responden a la luminosidad (los **bastoncitos**, receptores en blanco y negro) y al color (los **conos**).

La resolución o poder de separación (que para un ojo ideal es de 1 mm a 3 m de distancia), *no es uniforme*: la citada se cumple en el centro de la retina, que es el objeto de nuestro campo de atención, y disminuye hacia la periferia. Paradójicamente, la mayor sensibilidad (el menor umbral luminoso distinguible) *no se localiza en el centro*, sino un poco hacia la periferia. Más limitado es el comportamiento de los **receptores de color**, cuya densidad se reduce drásticamente a medida que se alejan del centro, y cuya sensibilidad depende de niveles de iluminación más o menos intensos.

De noche todos los gatos son pardos

Pocos refranes son tan ciertos, con independencia de la circunstancias y de las interpretaciones. En condiciones de baja iluminación, los únicos receptores activos son los bastoncitos, *y la sensación de color desaparece*.

Inclusive, la denominación genérica de "pardo" para colores con composición cromática muy diversa, pero de bajo brillo, hace notar nuestra dificultad para distinguirlos. *Todos somos daltónicos en la oscuridad*.

Sin embargo, Ud. quizás no lo haya notado, y a nadie le resulta demasiado evidente *que su visión periférica es primordialmente en blanco y negro*.

El hardware de la visión

Una parte importante de la corteza cerebral está dedicada a "procesar" los datos crudos que, a través de los nervios ópticos, es traída desde los ojos. Su función principal es **reconstruir imágenes** a pesar de las limitaciones citadas.

El contenido cromático de la visión periférica es reconstruido a partir de la visión central. La visión periférica es atendida, básicamente, con un criterio de cambio: el procesamiento de imagen presta atención a las alteraciones súbitas en la zona periférica. Ud. dirige inmediatamente la atención a un insecto que se movió dentro del campo

periférico de visión, pero no notaría a Sharon Stone ingresando *lentamente* en él (*tampoco lo creería, ¿verdad?*).

Este proceso se encarga, también, de reconstruir la imagen en el denominado **punto ciego** (el punto ciego es una pequeña área de la retina donde nace el nervio óptico, y que carece de receptores). Es efectivamente un *agujero* en la imagen captada, tan eficazmente subsanado que resulta difícil advertirlo, *aún intencionalmente*.

Logaritmos

Los sentidos debieron adaptarse a condiciones tan variables como importantes de distinguir. Un sensor normal se concibe para operar en una escala reducida, donde la relación entre el estímulo que causa la respuesta máxima y el que dispara la mínima puede ser de 10:1 o de 100:1.

El oído discrimina niveles de sonido cuyas relaciones de máximo (doloroso) a mínimo (apenas audible) puede ser de 150 decibeles. Estos niveles están en relación de unos 10.000.000 a 1, y la percepción visual tiene un rango aún mayor.

Este "rango dinámico" tan amplio (como lo llamarían los electrónicos) es posible porque la relación entre estímulo y sensación es más o menos **logarítmica**.

Cuando se aprecia el doble de sensación auditiva o visual, el

estímulo se ha multiplicado por n . (No me pregunte cuánto es n , y menos qué es el "doble" de sensación). El efecto, sin embargo es bien fácil de comprobar: lo que se aprecia como una variación lineal o aritmética es, en términos de estímulo, una progresión geométrica.

La respuesta al color

El ojo es principalmente sensible al amarillo-verde (500 a 600 nm), a igualdad de intensidad de luz. La respuesta se extiende desde el rojo (alrededor de 700 nanómetros) hasta el violeta (400 nm); ella cae conforme se aproximan esos límites.

La sensación de color es compleja, y de resultas es posible provocar la misma sensación mezclando luz de diferentes colores. Básicamente, cada bastón incluye dos "sensores", y la combinación de las intensidades sensadas es interpretada como un color. Esa sensación se puede inducir, por lo tanto, con la longitud de onda que obtenga la relación mencionada, o con una mezcla que rinda el mismo resultado.

Así es que la sensación de amarillo la puede provocar un haz monocromático de 500 nm, o una combinación (aditiva) de rojo y verde.

De resultas, la sensación de color se puede expresar en términos de tres variables, que pueden ser explícitas de muchas formas. Una de ellas es matiz o tinte (hue/tint), saturación (satu-

ration) y brillo (brightness); otra, la expresión de componentes de rojo, verde y azul, común en TVs y monitores. Nótese que esta caracterización *se deriva de nuestra forma de percepción*, y podría exigir más o menos variables si nuestro ojo se comportara diferente.

El ojo responde en líneas generales del siguiente modo: para bajos niveles de iluminación, la información primordial es ésa (la luminancia), y poco caso se hace de la **información cromática**. Si de noche Ud. ve verde el pasto, es por pura intelectuación: *sabe que es pasto*. No distinguiría como verde una brizna que le mostraran hasta no reconocerla como tal.

A niveles altos, y con visión central, la percepción del color es buena, pero no se distingue bien la **saturación** en colores intensos. Esto significa que para que Ud. distinga un rojo intenso de un rosado o de un rojo intenso azulado, la proporción de azul o de blanco debe ser *muy importante* (algo así como un 30-50% del rojo dominante).

De resultas, entre el carácter logarítmico de la relación estímulo-sensación y la compresión de los extremos de la escala, la visión discrimina colores preponderantemente en la zona media de su rango.

Todas estas características son de gran importancia cuando se intenta definir gamas cromáticas con las limitaciones del me-

dio que se emplee (por ejemplo, cantidad de tonos disponibles, posibilidad de obtener colores saturados, etc.)

Agudeza visual

Dijimos que el poder de resolución típico es de 1/3000. Detalles más pequeños se funden y se confunden. El resultado es un promedio de la imagen, en tanto el ojo no llega a separarla.

La agudeza depende, además, del efecto de diafragma que hace la pupila. Cuando la iluminación es elevada, la pupila se contrae, y tanto el poder de resolución como la profundidad de campo (que trataremos a continuación) se amplían. En la oscuridad, la agudeza se reduce.

El gesto automático de entrecerrar los ojos para distinguir mejor algo responde a la conveniencia de diafragmar aún más para aumentar la resolución (la regulación del tamaño de la pupila es involuntaria y automática).

Foco y profundidad de campo

Como cualquier sistema óptico, el ojo sólo puede enfocar objetos a una distancia determinada por vez. En función del tamaño de la pupila, para un cierto rango de distancias los objetos presentes harán una imagen nítida en la retina; el resto aparecerá desenfocado.

Salvo que todo su campo visual esté desenfocado (por desen-

foque intencional o por no usar lentes imprescindibles), Ud. no notará la falta de foco en buena parte de la escena que se le presenta.

A esta altura, sabiendo que las neuronas se ocupan de organizar una imagen con acromaticidad en la periferia, un agujero cerca del centro, una mediocre respuesta al color y una resolución mediana que disminuye al alejarse del centro, no le resultará sorprendente que esas neuronas se ocupen también de "armar algo" para la parte desenfocada de la imagen.

Direcciones

La vista tiene por función primordial distinguir, más que simplemente ver. El "pelo en la leche" es el objetivo. Y distinguir implica reconocer patrones de una manera cuasi automática. En una computadora preferiríamos que un periférico se ocupara de eso, para no atarear al procesador.

En el cerebro, el área de interpretación de visión, importante en volumen, se encarga de eso. Ciertos patrones (bordes, líneas y movimientos) son procesados "a ciegas" por esta área. Este proceso pone en relieve aspectos tales como las transiciones (bordes), y tiene una tendencia preferencial a la distinción de patrones verticales u horizontales, más que oblicuos.

Estos hechos, unidos a que la percepción generalmente no se centra en el detalle más fino que

la óptica permite, posibilitan generar imágenes aceptables, aun cuando presenten "defectos" en el detalle que resultarían visibles. Un gráfico en medios tonos o una pantalla de monitor son ejemplos de esto: la trama es visible, *si se centra la atención en ella*; pero normalmente la atención del sujeto se encuentra ocupada en otros aspectos de la imagen.

La intelectualización

La percepción se completa con un proceso ajeno a la "toma de datos". Por una parte, se filtra y se descarta aquello que no es objeto de nuestro interés y se refuerza la atención en lo que sí. Por otro lado, se complementan los defectos de la imagen percibida (o en trámite de percepción) con la experiencia previa.

Un efecto cotidiano es el reconocimiento de formas visibles sólo parcialmente. En algunos casos es difícil decidir si se trata de un automatismo o de una verdadera intelectualización.

Una consecuencia palpable de la intelectualización es la aceptabilidad de la imagen. Si Ud. usa anteojos y nota entorpecimiento de la visión, se incomoda y procede a limpiarlos. *La imagen es inaceptable.*

Si Ud. mira TV, tolerará ruido, fantasmas y las limitaciones inherentes a la televisación, porque sabe que es TV. Defectos similares no los aceptaría en otros casos.

Movies

Hasta aquí, todo el análisis ha rondado en torno a imágenes presumiblemente estáticas. La percepción y comprensión de imágenes en movimiento agrega más novedades y más incertidumbres.

La excitación de la retina produce una persistencia de la imagen durante tiempos que pueden ir de décimas a decenas de segundos, y comúnmente se acude a ella para explicar el efecto de continuidad que producen los 16 a 25 cuadros por segundo del cine o de la televisión.

Sin embargo, noto que hay mucho más que ese simple hecho. Por ejemplo, la persistencia retiniana depende fuertemente del nivel de iluminación; la ilusión de movimiento se mantiene aunque la iluminación sea muy baja. La **comprensión** de la imagen *persistente* está muy ligada a la composición cerebral de la imagen, y depende, entre otras cosas, de la consistencia con la posición ocular.

Ninguna de estas dependencias se hace notoria cuando miramos cine o TV. Es evidente que intervienen aquí los tiempos y el modo en que la corteza cerebral detecta y reconstruye la imagen. El hecho más que ampliamente comprobado es que frecuencias de cambio superiores a los 20 ciclos por segundo no son discernibles (y frecuencias de aún 10 son

aceptables con algún esfuerzo). Comparada con el oído, la visión es lenta: una secuencia de semifusas se distingue como notas separadas, a una cadencia de 20 por segundo.

Las imágenes cambiantes acaorean otro efecto, debido al exiguo tiempo disponible para su comprensión: en todos los aspectos disminuye la capacidad de discernimiento.

Esto incluye tanto el poder de resolución como la sensibilidad cromática, e incluso algo tan elaborado intelectualmente co-

mo lo es la aceptabilidad de la imagen.

Concluyendo

La visión es un fenómeno tan complejo como apasionante y sería verdaderamente insensato pretender agotar su análisis (aún con un alcance muy limitado) en unas pocas páginas. Como de costumbre, preferimos poner en el lector la semilla de la curiosidad.

La finalidad de esta nota fue acercar al lector a las mañas y limitaciones del proceso de la visión, dejando en el aire la po-

sibilidad de tenerlos en cuenta al lidiar con aplicaciones destinadas a efectos observables, y de hacerle notar que la tecnología actual toda explota esos límites *hasta su mismo borde*.

Sin pretensión de ser exhaustivo, se trata de que estas páginas sirvan de una mínima base para apoyar el tema que abordamos hoy -**procesamiento de imágenes**- y, en próximos números, de los primeros pasos en uno de los favoritos de lo que -pretenciosamente- se autodenomina *inteligencia artificial*: el **reconocimiento de imágenes**.

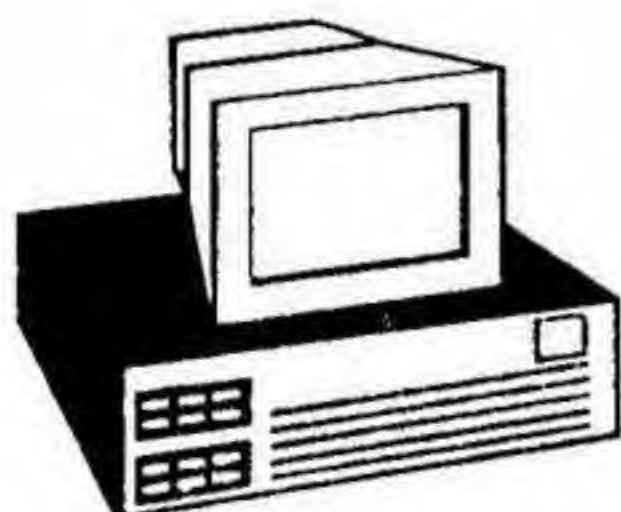
LABORATORIO DIGITAL

SERVICIO TECNICO ESPECIALIZADO

CANJE DE FUENTES EN EL ACTO

REPARACIONES DE:

- RIGIDOS, MONITORES COLOR CGA, VGA, SVGA y de TV COLOR
- TAPE BACKUPS, FLOPPYS, IMPRESORAS TODAS LAS MARCAS
- LINEA COMMODORE EN GENERAL. AMIGA 500 - 600 - 2000 - 3000 y 4000
- LINEA DE NOTEBOOK Y LAPTOP, FAX, AUDIO y VIDEO



PRESUPUESTOS SIN CARGO. ATENCION AL GREMO. TRABAJOS PARA EL INTERIOR DEL PAIS. GARANTIA ESCRITA Y REAL PARA TODO TRABAJO

SERVICIO DE MANTENIMIENTO MENSUALIZADO
PARA COLEGIOS, EMPRESAS E INSTITUTOS

Horario
9.30 a 18.30 hs.

Av. de Mayo 822 - 4º piso of. 5 - CP 1084 Capital - Teléfono 342-1291/0646

Almacenamiento y representación de imágenes

Guías generales para preparar el proceso de una imagen



Previo a considerar cualquier proceso sobre imágenes debemos comprender cómo se generan, se almacenan y se representan en una computadora.

El tipo de gráficos que nos ocupa es la **imagen**, que en contraposición al **line-art** (colores planos y contornos definidos) supone gradaciones de color, múltiples tonos y bordes más bien difusos. Se trata de representaciones de imágenes reales, adquiridas mediante digitización o generadas manualmente. La forma natural de representación es el **mapa de bits** (*bit map*): la imagen se considera dividida en pequeñas **celdas**, cada una de las cuales está "pintada" de un **tono uniforme**.

Obviamente, en una computadora, cada una de esas celda

está caracterizada por un **valor de color** (o una combinación de valores para caracterizar cada color). Así de simple, una imagen encuentra representación en una **matriz** numérica bidimensional.

Si el tamaño de las celdas fuese infinitamente pequeño (y entonces la matriz, *infinitamente grande*), y la caracterización de color continua, no habría limitantes en cuanto a la calidad y detalle de la imagen, y este artículo casi terminaría aquí. Pero tanto en la adquisición (digitización), como en el almacenamiento y en la representación tamaño y cantidad de celdas, y cantidad de tonos encuentran limitación. Consideraremos estas limitaciones comenzando por el final de la cadena: la representación.

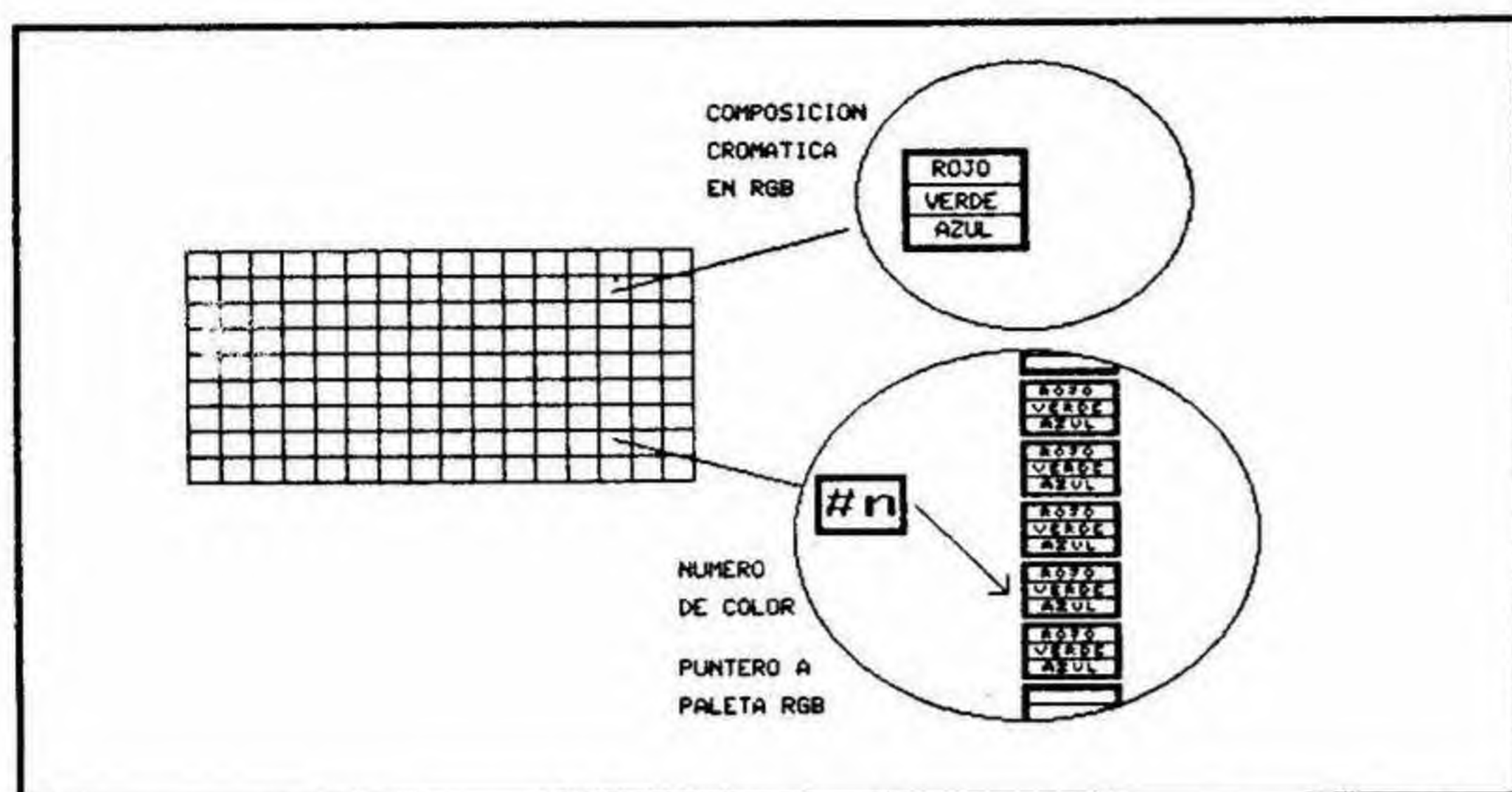


Fig. 1 - La estructura de almacenamiento con dos alternativas de codificación de color

Representación.

Los dispositivos de representación, de los cuales por lejos los más comunes son el monitor y la impresora suponen un **tamaño de celda fijo** o con un mínimo fijo, cercano al que puede resolver la vista. En el caso de los dispositivos de video, se encuentra restringida además la **cantidad de celdas** (píxeles) posibles.

En cuanto a la cantidad de colores, las impresoras B/N y los monitores monocromos manejan únicamente dos, las impresoras de cuatro colores independientes permiten 16 combinaciones, de las cuales sólo 9 son diferentes, y los monitores admiten 4, 16 o 256 colores. Equipos especiales permiten mayor cantidad de colores, pero no son usuales.

La composición de color

Cuando se trata de tonos planos (uniformes), toda la gama de colores discernible por el ojo se puede componer en base a

tres contribuciones independientes. En el caso de un monitor, la combinación, aditiva, procede de rojo, verde y azul. Para una impresora, la combinación es sustractiva y parte de amarillo, magenta y cyan; el negro (obtenido combinando los tres anteriores) no es absoluto, luego en muchos modelos (y también en imprenta) se lo agrega como *cuarto color*.

La realidad es que nunca se dispone de una gama continua de cada color, sino de una **discreta**, y a veces de la *muy discreta* que es aparición o no del color, como sucede en las impresoras, y en gráfica.

En este último caso, los tonos posibles surgen de las 2^3 combinaciones, y hacen un total de 8 colores (9 si se contabiliza el negro, independiente).

En un monitor CGA cada color puede aparecer o no, pero además se cuenta con la posibilidad de intensificar todos los empleados. Esto da $2^3 \times 2 = 16$ colores.

Por último, en un VGA, cada color primario admite 64 intensidades posibles, lo que hace una gama de unos 212.000 tonos.

Un problema adicional está relacionado con el almacenamiento en la RAM de video y la operación del controlador gráfico. Cuantos más colores se quiere codificar en un píxel, *más bits se requerirán*, y este requerimiento está fuertemente limitado. Así, en los modos gráficos sólo son posibles, simultáneamente, unos pocos (2, 4, 16 o 256) colores, *elegidos del total de combinaciones disponible*.

Codificación de color

Cualquiera sea el método de representación, un tono puede definirse por tres parámetros: contribución de verde, rojo y azul (RGB); de cyan, magenta y amarillo (CMY) o tinte-saturación-luminosidad. Estos tres parámetros varían entre 0 y el número de tonos disponibles para un color primario.

Paletas

La alternativa es, dado que se dispone de un número limitado de colores a elegir de una paleta más amplia, emplear un **número correlativo** para cada color, y, para cada uno, definir el tono correspondiente; esto es lo habitual con los adaptadores de video usuales. Resulta entonces que el valor 6 corresponde a un cierto tono de amarillo, *porque la paleta se definió*

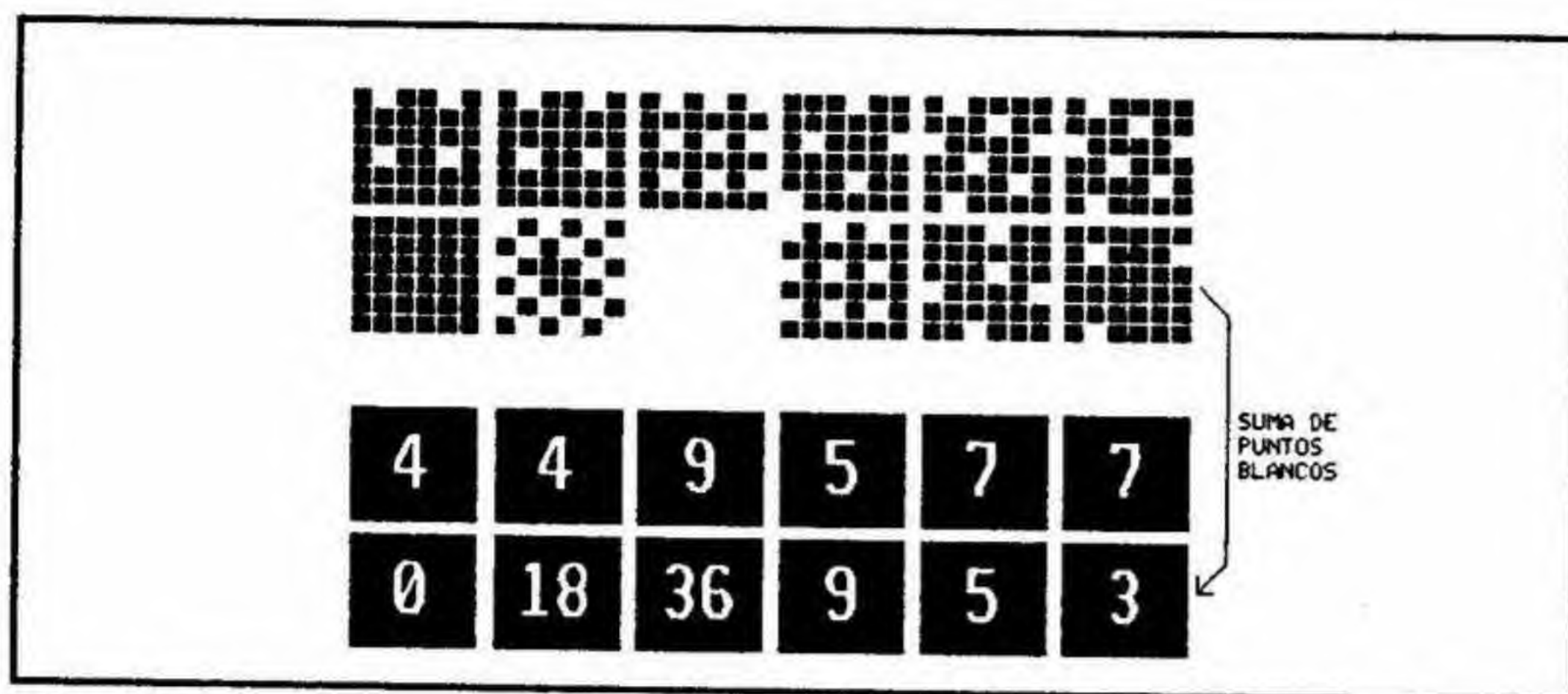


Fig. 2 - Conversión de medios tonos a gama de grises

así previamente. Reajustándola, y sin alterar la imagen, se puede cambiar la tonalidad de amarillo, e incluso virarlo a rojo o azul.

Codificación de color

Llegamos así a dos formas de codificación de color: **proporción de componentes primarios y código nominal de color**+definición de paleta, y al hecho de que durante la representación misma puede alterarse la gama de colores (en un monitor), con independencia de lo codificado en la imagen.

Medios tonos

Adelantemos en este punto que la limitación en la gama cromática puede compensarse, a expensas de la definición, agrupando puntos (píxeles) coloreados en diferentes proporciones en pequeñas celdas de unos pocos puntos cada una: se trata de los **medios tonos** (half tones), técnica ampliamente difundida. Pero de momento, en-

focamos nuestro interés en los colores planos.

Formatos gráficos

Tanto el almacenamiento en la RAM de video, como el realizado en archivos responde a este esquema: una matriz de píxeles. Las diferencias parten de la forma de almacenamiento (por filas, por columnas, entrecruzado, etc.), de la cantidad de bits por píxel, y del uso o no de técnicas de **compresión**. Como de cualquier modo siempre se puede llevar cualquiera de estos formatos a un arreglo bidimensional, en lo sucesivo consideraremos como tales a las imágenes. Queda por verse como manejar la codificación de color.

Color compuesto

Como se vió, la forma más apropiada para el procesamiento de imágenes es la codificación separada de componentes de color; cada celda de la matriz tendrá entonces **tres valores** (fig. 2). En principio, estos tres valores pueden ser nú-

meros reales (o enteros largos) que codifiquen una **fracción** del valor de saturación. Esta forma de almacenamiento requiere mucha memoria, pero resulta independiente de como se generó la imagen o de cómo se la va a representar. Una posibilidad menos exigente en materia de memoria es codificar la contribución de cada color entre 0 y N-1, donde N es el número de tonos para un color primario (por ejemplo, 64 en VGA).

En el caso de colores definidos por **paleta**, caben tres posibilidades: **convertirlos** desde el principio a combinaciones RGB, mantener en el almacenamiento el color nominal y **convertir durante el proceso**, o elegir un sistema de colores nominales que se **corresponda** con la composición cromática que ellos designan.

Esto último es sólo posible para gamas monocromas: se asigna a cada código de color un tono de la paleta *con intensidad proporcional al código*. En este caso, se cumplen simultáneamente los requisitos de compatibilidad con el adaptador de video y con los requerimientos del proceso.

Por el momento, consideremos la conversión aplicada exclusivamente a gama de grises. Bastará construir empíricamente una tabla que asigne a cada color nominal un valor de brillo; desde luego, existe la forma ortodoxa: leer para cada color no-

minal el palette (que normalmente está codificado en el archivo gráfico) y evaluar el brillo según:

$$0.30 \cdot R + 0.59 \cdot G + 0.11 \cdot B$$

Preparando el proceso

Como se ve, previo al proceso de una imagen, deberemos disponerla en un almacenamiento adecuado. Primero se deberá convertir el formato de origen a una forma aceptable (en nuestra edición N° 28 se trata el tema), y si el color viene codificado nominalmente, asegurarse que se corresponde con la composición, o bien leer la paleta para poder efectuar la traducción necesaria.

El almacenamiento puede ser, en principio, una matriz entera conteniendo un píxel por celda. Esta forma, muy elemental, tiene el inconveniente de ser **muy poco densa** y de dimensiones limitadas, por lo que sólo resulta práctica para ensayos. Si se desea procesar imágenes extensas, se requerirá un diseño cuidadoso del almacenamiento.

Uno de los puntos importantes es que la lectura y escritura de valores de píxel es una operación que se repetirá un gran número de veces, por lo que los **tiempos de acceso** se tornan muy importantes.

Una alternativa interesante para ensayos breves es desplegar la imagen sobre la pantalla y operar empleando la RAM de video como almacenamiento.

Tratamiento de medios tonos

Numerosas imágenes digitizadas vienen originalmente en sólo dos colores (blanco y negro), representando los matices de gris a través de **medios tonos**. Si bien las técnicas para generarlos se presentarán en nuestro próximo número, podemos adelantar el proceso inverso, que es bien simple.

Comoquiera que se haya generado el medio tono, el valor de gris de un conjunto de píxels (por ejemplo, de 6x6) se determina como **proporción de puntos en blanco** sobre puntos totales. El método parte de la determinación del **tamaño de celda**: cuanto más grande, mayor será la extensión de la gama de grises, pero menor la definición relativa de la imagen resultante: ella será tanto **más pequeña**, porque a cada N^2 píxels de la original corresponderá sólo uno, o **menos precisa** (porque la alternativa es compensar la disminución de tamaño repitiendo píxels con el valor determinado).

La imagen se lee, y los conjuntos de N^2 píxels son convertidos directamente a valores de gris. Desde luego, una vez procesada la imagen, se deberá llevar la escala de grises a una compatible con una salida en video, o con el almacenamiento en un formato gráfico standard (o bien, convertirla nuevamente a medios tonos).

Los medios tonos en color se procesan de manera similar, considerando cada componente de color por separado. Una técnica similar puede usarse para ampliar la gama de grises de una imagen con gama reducida (por ejemplo, 16), también a expensas de tamaño o resolución. En este caso, tomando por ejemplo celdas de 2x2 y sumando sus valores de gris, se definen celdas de tamaño doble, con una escala de 61 tonos.

El rango de color

Es importante que -salvo para pruebas sencillas- el almacenamiento permita manejar un **rango amplio** del valor de color, aunque en la imagen de partida sea limitado, a fin de no discretizar excesivamente el procesamiento.

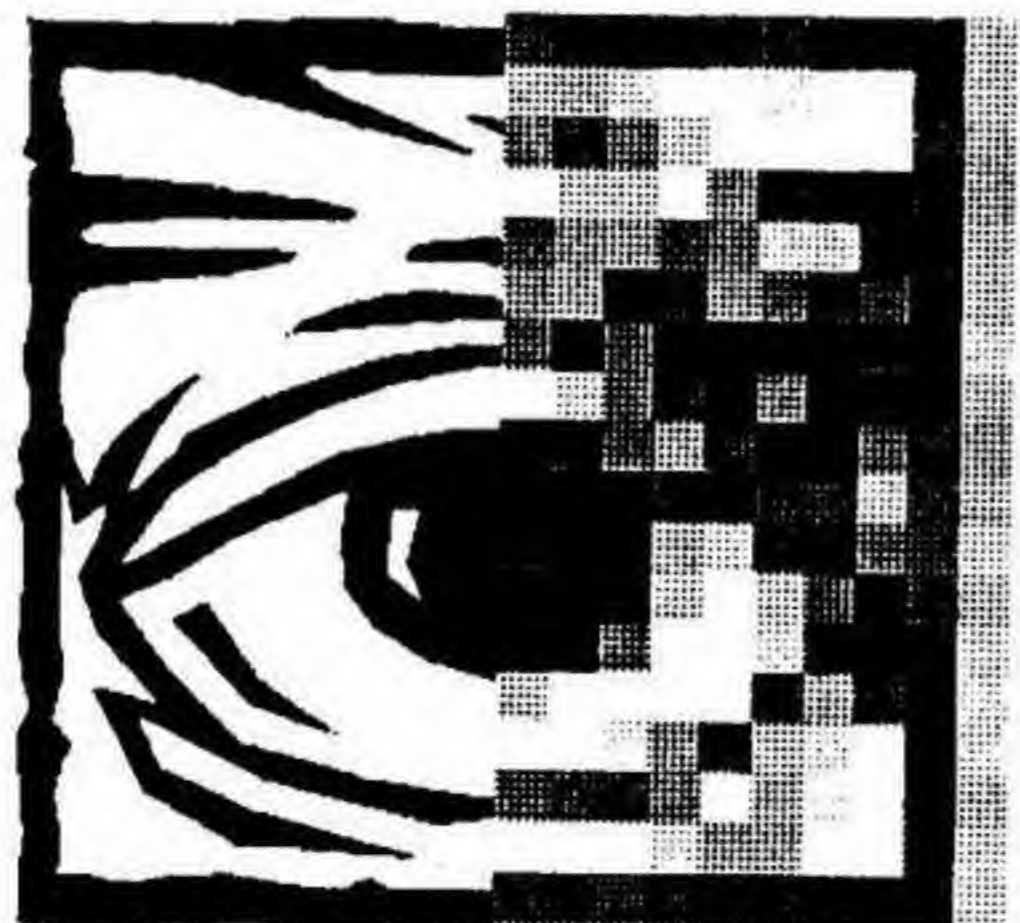
Concluyendo

En prácticamente todos los casos se requerirán herramientas para lectura o interconversión de los distintos formatos gráficos a procesar, de las cuales hemos dado ejemplos en números anteriores, el diseño de un arreglo de dimensión compatible, y la conversión a RGB, sea en batch o en línea con el proceso. Es importante lograr **un balance adecuado** entre la complejidad del método de almacenamiento escogido y los requerimientos del problema (en extensión y en tiempo de proceso).



Proceso punto a punto

**Procesos locales
en gama de
grises, como
punto de partida
para el
tratamiento de
imágenes en
color**



Dentro de los procesos más sencillos que se pueden efectuar sobre una imagen se encuentran aquéllos que implican operación punto a punto: cada píxel es reemplazado por uno con otro valor, determinado exclusivamente en función del píxel original. Estos procesos se tratan, por lo tanto, de alteraciones uniformes de la gama cromática: pseudocoloración, balance de color, corrección de tinte, ajuste de brillo y contraste, etc.

Emparentados con estos procesos, trataremos algunos que si bien no corresponden a la operación punto a punto, se basan en operaciones locales que involucran unos pocos píxels.

En esta nota consideraremos exclusivamente imágenes en escala de grises, debido a que es más sencillo manejar una sola variable de cromatismo, y no tres; por otro lado, disponer de una gama cromática más o me-

nos completa en color acarrea ciertas dificultades debidas a las limitaciones del video. El tratamiento de éstas, y el proceso de imágenes en color será objeto de futuras notas.

Gama de grises

En lo sucesivo se supone que se parte de una imagen definida como una matriz de filas **0** a **FilaMax** y columnas de **0** a **ColMax**, en la que a cada celda corresponde un valor de gris, desde 0 para el negro hasta un máximo para el blanco. La representación de esta matriz se hará asignando a cada píxel de video un tono de gris proporcional al codificado en la matriz.

Una representación en 16 tonos de gris es usualmente satisfactoria, y sólo requiere operar en un modo gráfico que soporte 16 colores, los que habrán sido redefinidos como grises adecuados mediante manipulación de los registros

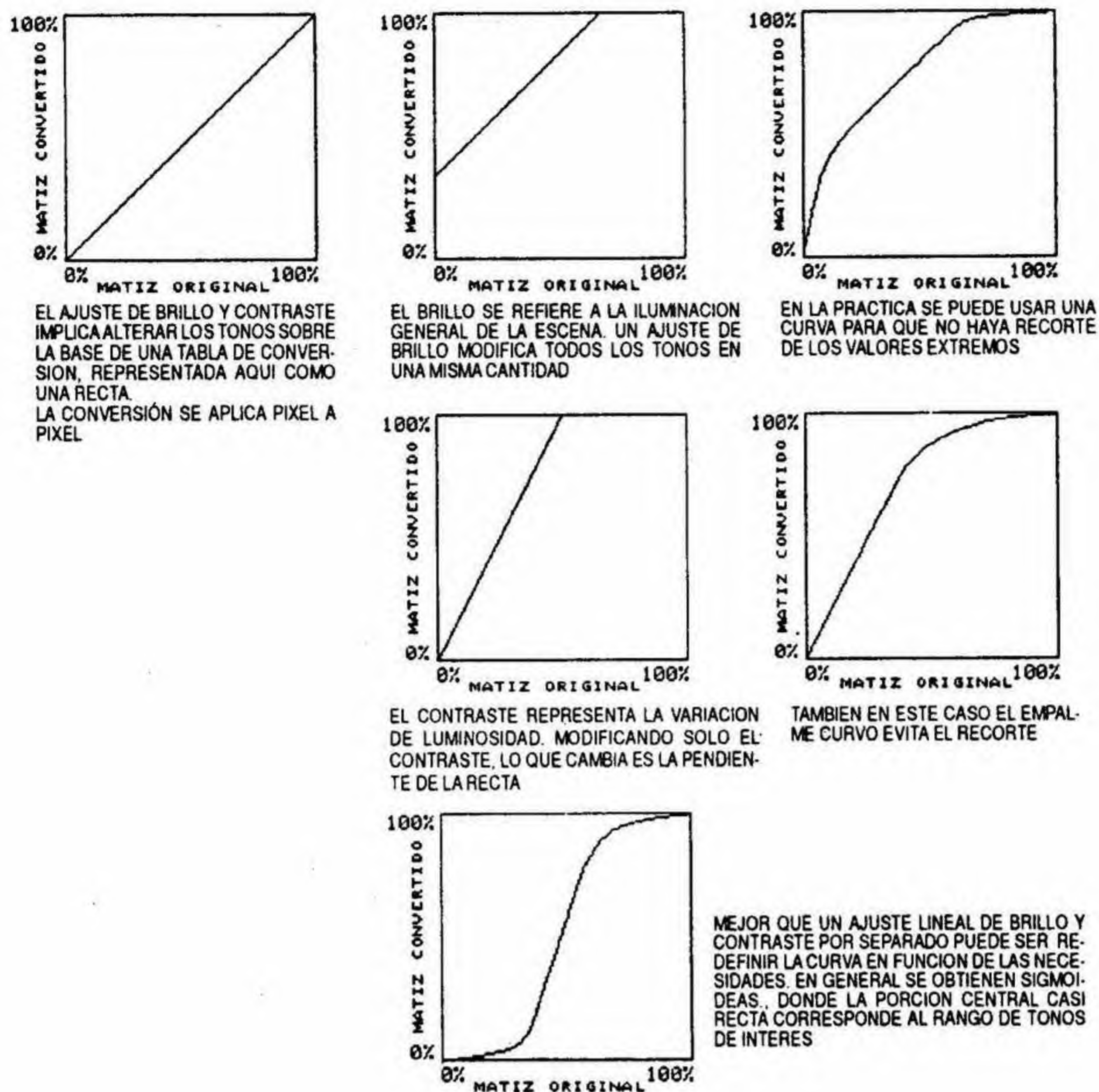


Fig. 1.- Ecualización de tonos: brillo y contraste

de los DACs (tema tratado en **PC Práctica**, N° 19).

Con respecto al origen de la imagen y a su almacenamiento, es posible definir un arreglo y cargarlo con datos tomados de un archivo gráfico (PCX, TIFF, BMP, etc.); en nuestra edición N° 28 se han publicado algoritmos de lectura y escritura de esos formatos. Es conveniente que la conversión a la escala de

16 tonos sea el último paso, conservando a lo largo del proceso la gama cromática más amplia posible.

Si el original está definido en sólo 16 tonos, es posible emplear directamente la RAM de video como almacenamiento; en lugar de celdas de una matriz leeremos y escribiremos valores de píxels (por ejemplo, mediante **point** y **pset** en BASIC).

Este método es, además, interesante desde el punto de vista didáctico porque muestra permanentemente los cambios en la imagen, y evita diseñar estructuras de almacenamiento.

Adicionalmente, permite que la carga de la imagen se realice copiándola directamente sobre el video mediante un capturador de imágenes.

a) Para una imagen definida en $M+1$ tonos (de 0 a M), que se va a representar en una gama de $N+1$ tonos (de 0 a N), la conversión lineal es:

$$\text{Tono} = \text{Tono} * N / M$$

b) La curva puede ajustarse según una ley arbitraria creando una matriz ConvTono:

```
ConvTono(0) = 0
ConvTono(1) = ....
.....
ConvTono(M-1) = .....
ConvTono(M) = N
```

(o bien un procedimiento algorítmico
ConvTono(x) apropiado)

c) La conversión se aplica a cada píxel. Por ejemplo (se simboliza con $X(F,C)$ cada píxel de la imagen original y con $Y(F,C)$ cada uno de la modificada):

```
for F=0 to FilaMax
  for C=0 to ColMax
    Y(F,C)=ConvTono(X(F,C))
  next C
next F
```

Si se desea ensayar directamente sobre la RAM de video, cada píxel se convierte según:

```
pset (C,F), ConvTono(point(C,F))
```

(pero forzosamente se perderán algunos valores de gris)

Fig. 2.- Reajuste de la escala de grises

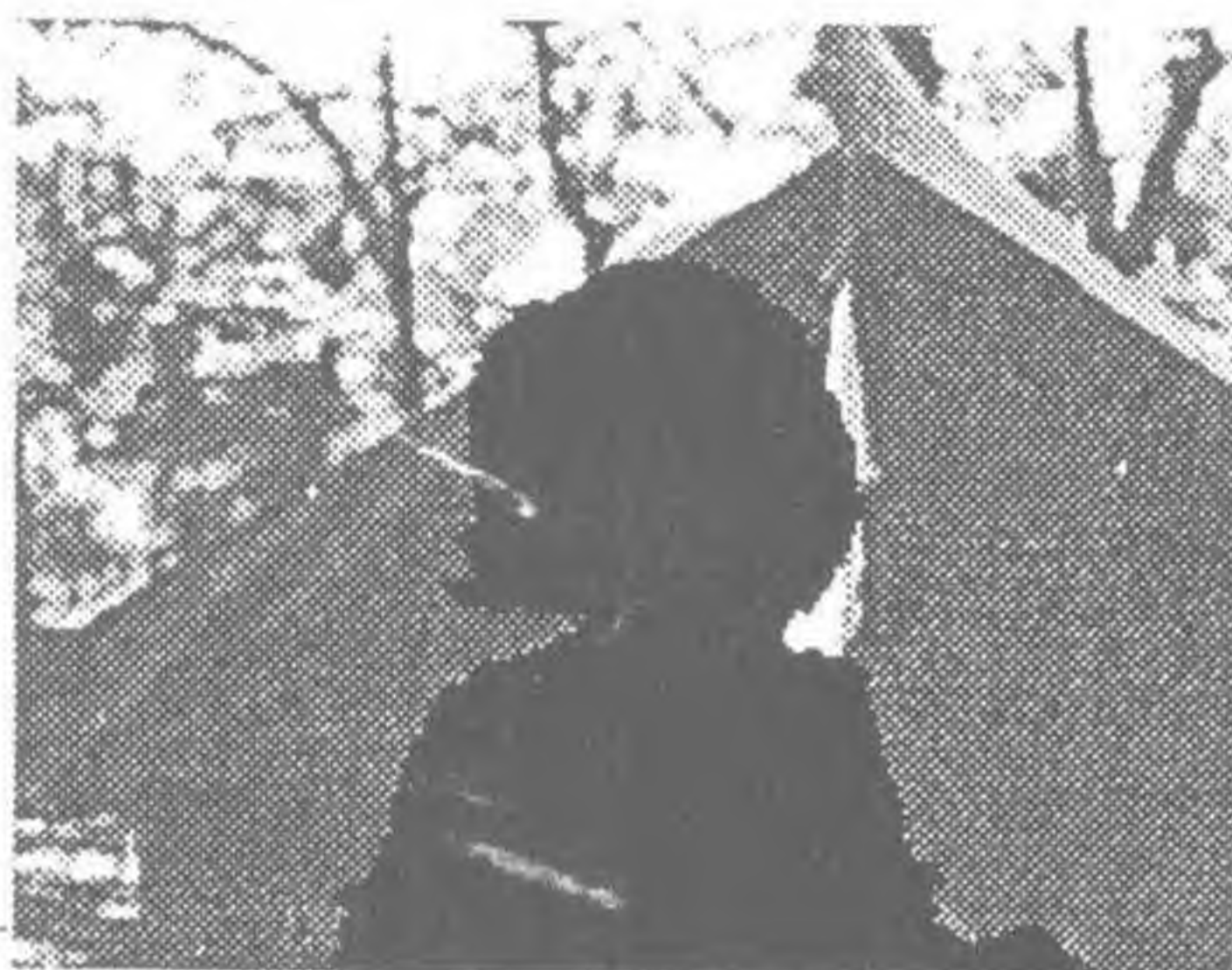
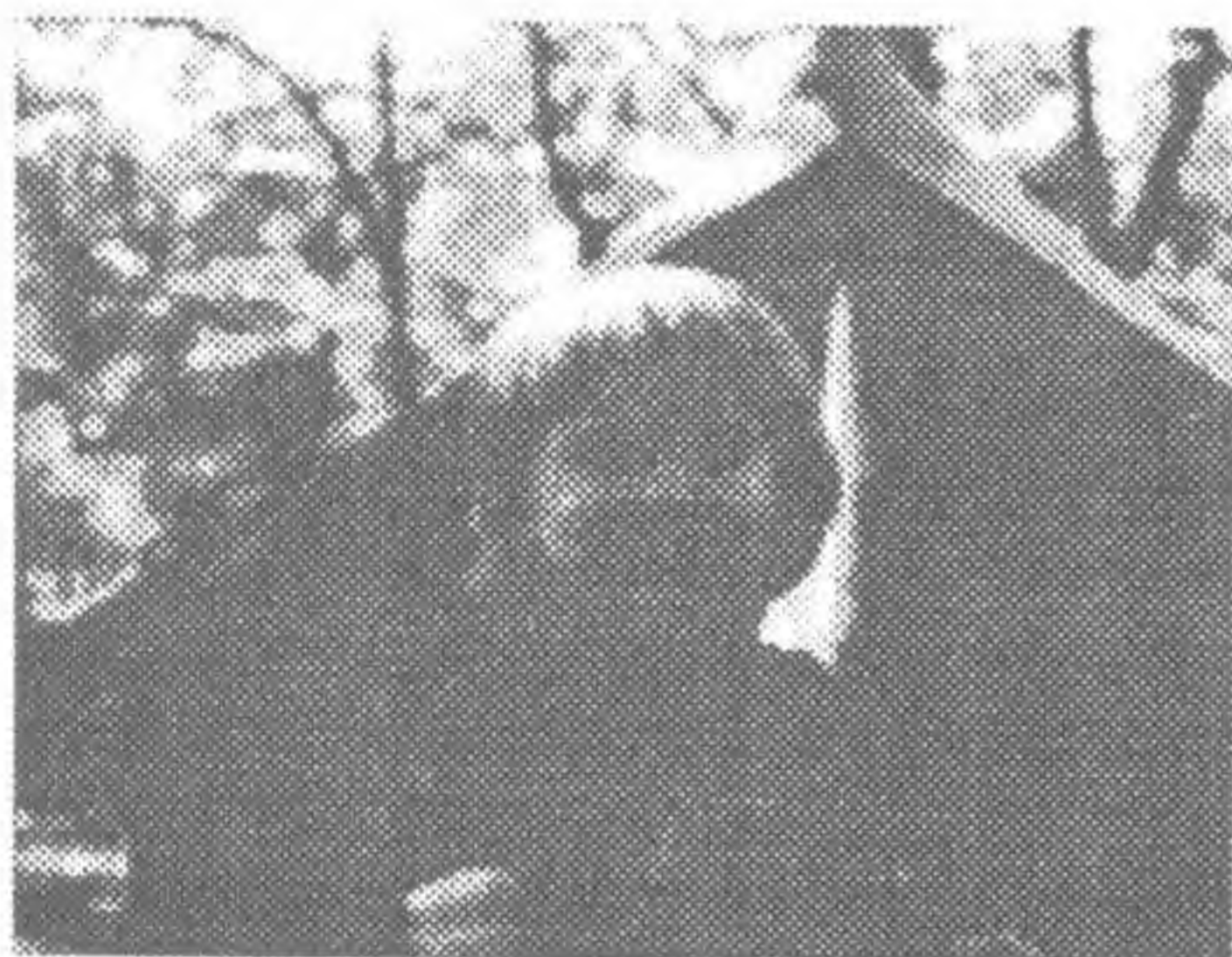


Fig. 3.- Un ejemplo de corrección de tonos



Fig. 4.- La imagen de la derecha fue suavizada aplicando el algoritmo de la figura 5

Brillo y contraste

En una imagen monocromática, el color está caracterizado por una sola variable, su luminancia; las características de distribución de luminancia sobre la imagen se suelen poner en términos de brillo y contraste.

El brillo está dado por la luminancia (el valor cromático) **promedio** del conjunto, mientras que el contraste define el **gradiente** o variación de esos valores. Los defectos de brillo se traducen en imágenes uniformemente muy claras (sobreexpuestas) o muy oscuras (subexpuestas); muchas veces se presenta el efecto en partes de la imagen, y a veces aparecen *ambos* en distintos sectores (es habitual en contraluces).

Los defectos de contraste se manifiestan como imágenes muy lavadas (falta de contraste) o muy "duras" (exceso de contraste).

La definición de la forma de la escala de color en términos de brillo y contraste es más bien

artificial y resulta útil cuando esas variables se pueden controlar más o menos independientemente, como ocurre en la imagen de un TV. En la figura 1 se ilustra este concepto.

Para el procesamiento digital, es posible (y conveniente) redefinir a gusto **la escala completa**. El concepto es aplicar a

cada punto de la imagen una conversión regida por una tabla, donde cada color pasa a tomar otro valor, determinado por la tabla.

El efecto es la corrección o acentuación de la imagen, ya sea en su totalidad, o en zonas localizadas. Si bien la observación de la imagen suele sugerir la forma general de la curva de

a) El operador más sencillo responde al promediado de $(2*N+1) \times (2*N+1)$ puntos contiguos. El filtro es entonces una matriz de $(2*N+1) \times (2*N+1)$ y cada coeficiente vale $(2*N+1)^{-2}$. En el ejemplo, $N=1$:

Filtro!(0,0)=.111:	Filtro!(0,1)=.111:	Filtro(0,2)!=.111:
Filtro!(1,0)=.111:	Filtro!(1,1)=.111:	Filtro(1,2)!=.111:
Filtro!(2,0)=.111:	Filtro!(2,1)=.111:	Filtro(2,2)!=.111:

b) el filtro se aplica a cada píxel (pero debe considerarse qué hacer en los bordes; en este caso, se lo aplica desde $F=N$ hasta $FilaMax-N$, y de $C=N$ a $ColMax-N$):

```

for F=N to FilaMax-N
  for C=N to ColMax-N
    for FF=-N to N
      Y(F,C)=0
      for CC=-N to N
        Y(F,C)=Y(F,C)+Filtro!(F+N,C+N)*X(F+FF,C+CC)
      next CC
    next FF
  next C

```

Fig. 5.- Suavizado

Para el realzado de bordes se trata de acentuar la diferencia entre el valor de un píxel y el promedio de su entorno. Una forma es hacer:

$$\text{Tono} = \text{Tono} + k * (\text{Tono} - \text{Promedio})$$

En el filtro resultante, los coeficientes valen:

$$\text{Filtro}(i,j) = -k * (2 * N + 1)^{-2}$$

Excepto el central, cuyo valor es:

$$\text{Filtro}(N,N) = 1 + k - k * (2 * N + 1)^{-2}$$

El filtro se opera como antes

Fig. 6.- Realce de bordes

conversión, es siempre provechoso ensayar. Esta ecualización puede también automatizarse.

La construcción de una tabla de ecualización y su aplicación es

bastante simple y se ilustra en la figura 2.

Un ejemplo de aplicación se muestra en la figura 3. En la fotografía original, a contraluz,

el sujeto (*mi hija*) aparece muy oscuro y con poco contraste.

En la imagen de arriba a la derecha se aplicó una ecualización de tonos sobre el tema de la foto, que gana en nitidez; simultáneamente, *el fondo pierde contraste*. En un ejemplo como éste, se encuentra que el tema que se desea resaltar no sólo se encuentra en un extremo de la gama cromática, sino que su contraste es pobre. Como se muestra en la parte inferior de la figura 1, la curva de conversión es **sigmoidea**: se realza el contraste del sujeto a expensas del resto. Cuando la gama de grises es limitada, esto significa *que se dedican muchos tonos al sujeto y pocos al resto de la imagen*.

En la imagen de abajo a la izquierda, se optimizó el fondo, y se aplicó en negro una **silueta** obtenida por un proceso automático que analizaremos más adelante; combinando ambos fotogramas se obtiene el definitivo, abajo a la izquierda, donde el contraste es más o menos aceptable tanto para el tema como para el fondo.

Sharpening y Softening

Otros dos efectos usuales son el **suavizado** y el **endurecimiento** de imágenes. Se parecen -sólo se parecen- al desenfoque y a su corrección, y las consecuencias son la suavización de los **bordes** o su **realce**.

El suavizado (*softening*) se obtiene a través de un promediado de píxeles vecinos, y sus re-

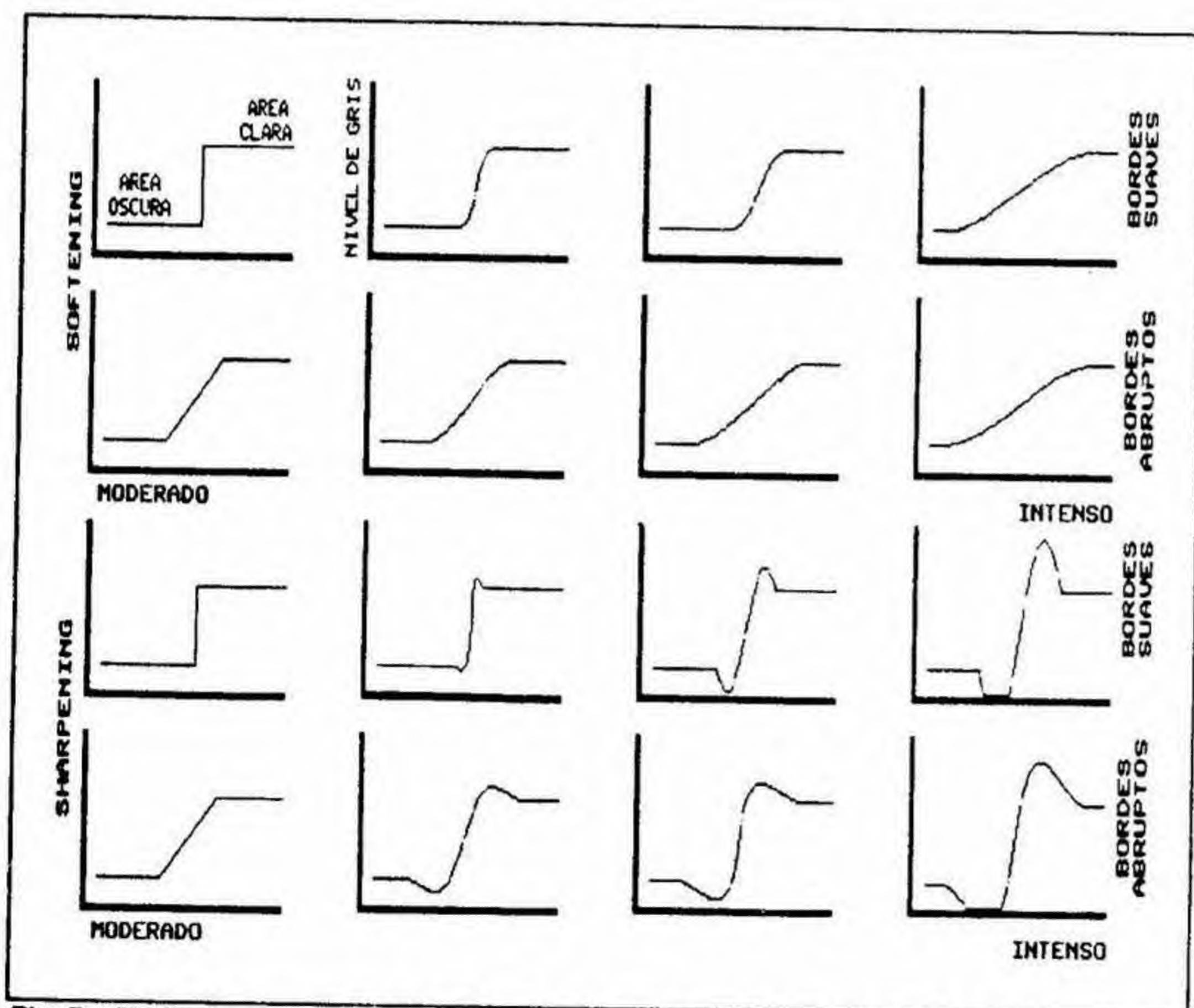


Fig. 7.- El efecto de suavizado y de realce de bordes. Se aprecia que la exageración del efecto de suavizado no trae más consecuencias que las buscadas; en el caso del realce, si su magnitud es grande o el borde ya era abrupto, se producen flancos más oscuros que el área oscura y otros más claros que el área clara, que pueden llegar a la saturación. Si el realce es exagerado, esto puede ocurrir en cada punto en que cambie el tono de gris, y la imagen se degradará.

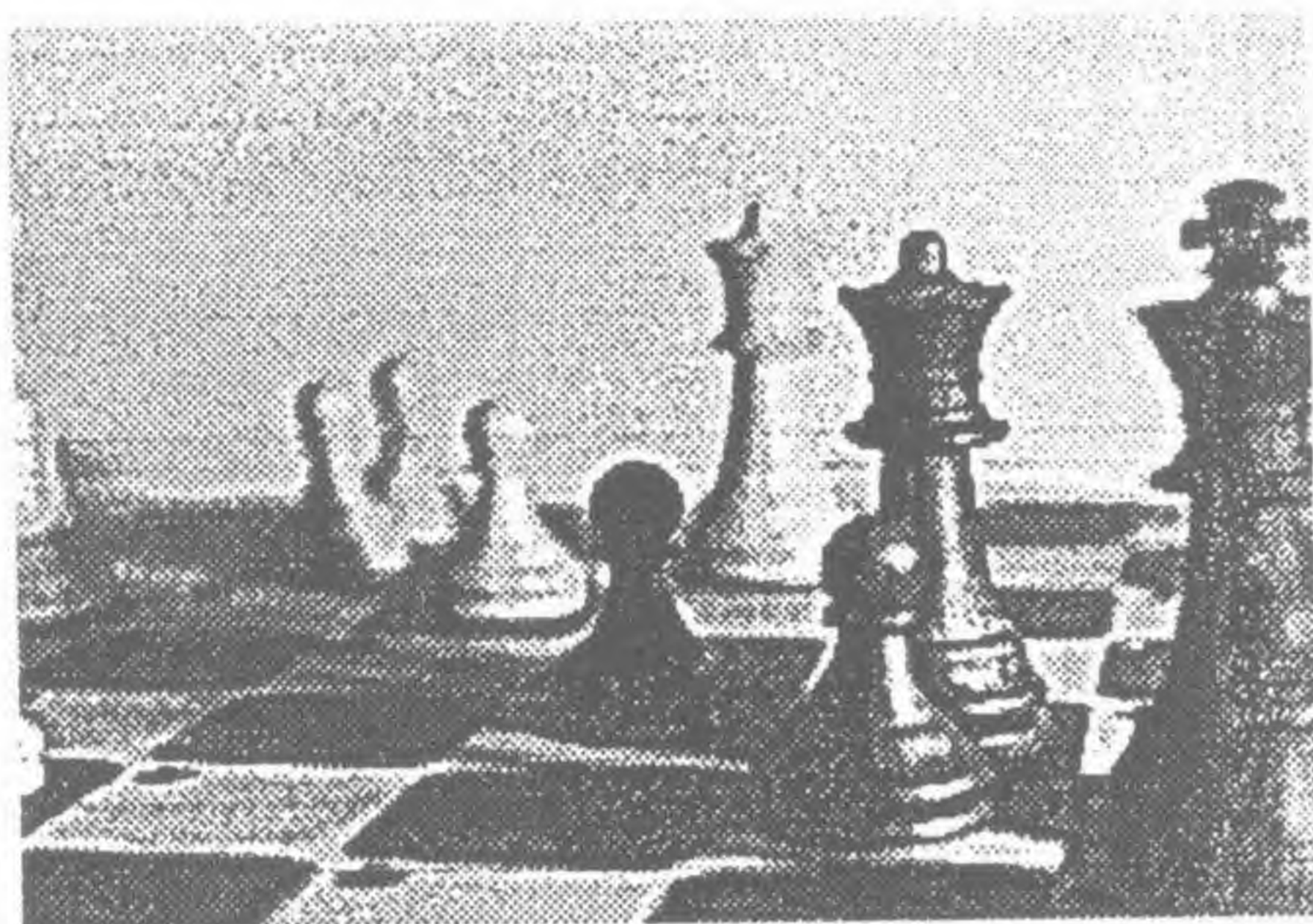
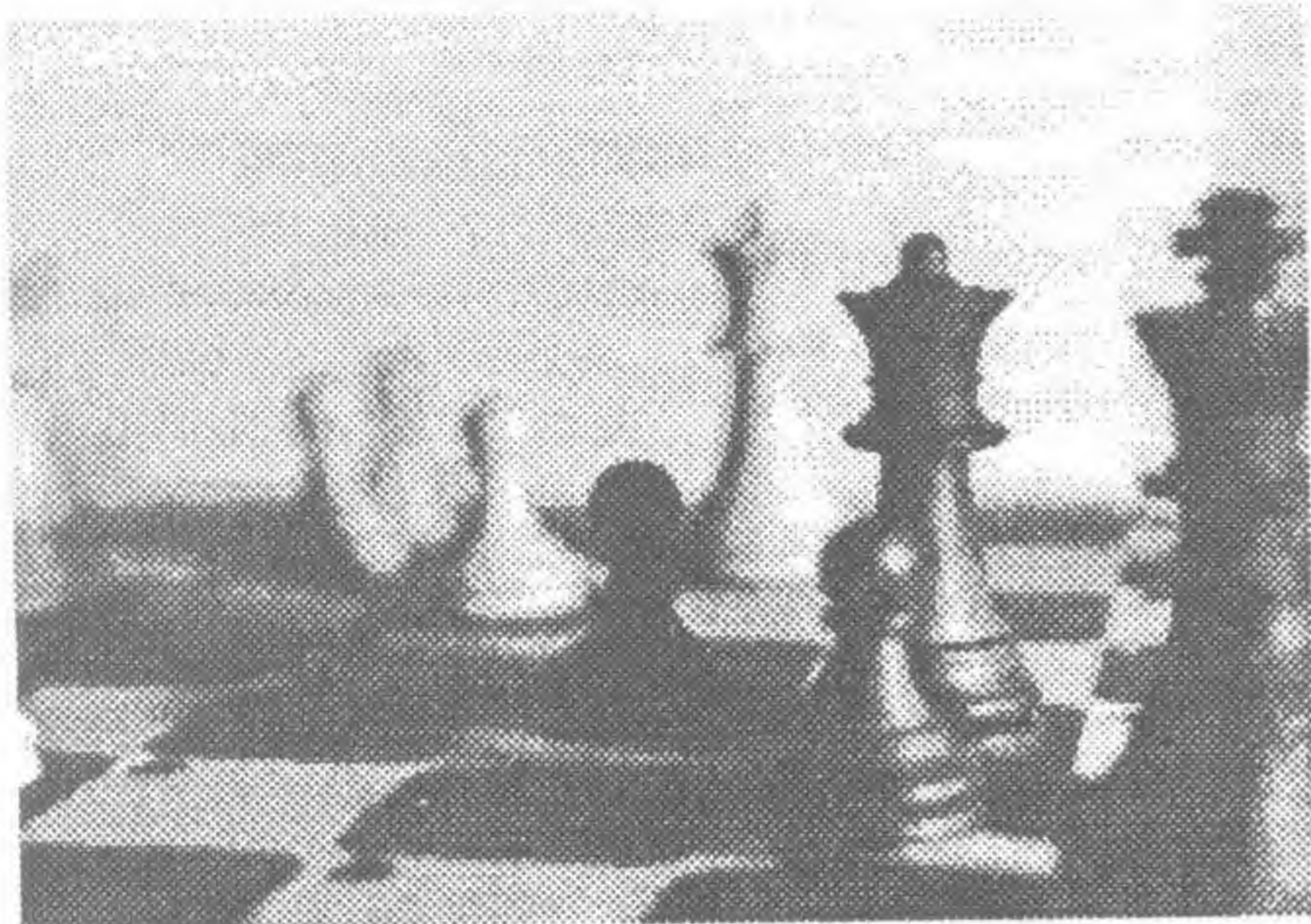


Fig. 8.- En la imagen central los bordes fueron realzados exageradamente. Las piezas que en el original se encontraban en foco presentan sobrecorrección y pierden definición, pero aquellas que estaban desenfocadas se aprecian con más claridad. Las áreas lisas aparecen granulares; el efecto de realce ha sido exagerado. Abajo, los bordes de la imagen tal como los determinó el algoritmo de la figura 9

sultados no ofrecen sorpresas. No sólo permite agregar un efecto "artístico" sobre la imagen, que pierde definición pero gana **calidez**, sino que resulta útil para atenuar el **efecto granular** o el excesivo **ruido de fondo** en imágenes defectuosas.

El **filtro**, u **operador local** es básicamente una matriz cuadrada con coeficientes positivos que en total suman 1. En su forma más simple, todos los coeficientes son iguales, y se pueden emplear matrices de 2x2 en adelante, teniendo en cuenta que el tiempo de proceso crecerá con N^2 . El hecho de que la suma de coeficientes en este y otros filtros sea unitaria responde al requerimiento de conservar el brillo de la imagen: se conserva la suma de luminancias.

Definiendo algunos coeficientes como cero, y el resto iguales, se consiguen spots de promediado circulares o de otras formas. Un spot circular se aproxima bastante a la situación de una toma **desenfocada**.

El **realce de bordes** (*sharpening*) aplica la transformación "opuesta": se establece -aproximadamente- la diferencia entre el valor de un punto y el del promedio de los vecinos, y esta diferencia (afectada por un coeficiente) se suma al valor del punto.

Los coeficientes siguen sumando uno, pero ahora el único coeficiente positivo es el del punto

La determinación de bordes puede hacerse estableciendo la diferencia entre el valor de un pixel y el del promedio de su entorno. Una posible solución es calcular la dispersión, mediante un algoritmo no lineal. La dispersión se define como:

$$\text{Disp} = \left\{ \frac{1}{2 \cdot N + 1} \sum (\text{Pixel}(i,j) - \text{Promedio})^2 \right\}^{1/2}$$

Más apropiado (porque requiere un solo ciclo de cálculo) es redefinirla así:

$$\text{Disp} = \left\{ \frac{1}{2 \cdot N + 1} \sum (\text{Pixel}(i,j))^2 - \left[\frac{1}{2 \cdot N + 1} \sum (\text{Pixel}(i,j)) \right]^2 \right\}^{1/2}$$

lo que se traduce en el algoritmo:

```

S1:=0; S2:=0
for FF=-N to N
  for CC=-N to N
    S1:=S1+X(F+FF,C+CC)
    S2:=S2+X(F+FF,C+CC)^2
  next CC
next FF
S2:=S2/(2*N+1)
S1:=S1/(2*N+1)
Disp:=SQR(S2-S1*S1)
if Disp>0.5 then Y(F,C)=0 else Y(F,C)=15

```

Como se ve, finalmente se determina el valor del píxel poniéndolo en 0 si la dispersión supera un mínimo (0.5 en el ejemplo) y en el valor máximo en caso contrario. Los bordes aparecen en negro sobre fondo blanco.

Fig. 9 - Determinación de bordes

central; el resto es *negativo* o nulo.

El efecto es tanto más pronunciado cuanto mayor es el factor de ponderación, y cuanto mayor es la cantidad de puntos considerados. Estos parámetros se deben elegir con cuidado, porque fácilmente se presentan **efectos indeseados**.

El sharpening se manifiesta por una corrección de bordes mostrada (en una dimensión) en la figura 7. Nótese que para el suavizado la consecuencia es *siempre alisar los flancos* (o sea, establecer gradaciones donde había cambios abruptos de tono).

Si un flanco es relativamente aplanado, y se aplica sharpe-

ning en pequeña escala, se consigue endurecerlo, brindando una imagen más clara. Pero si el sharpening es excesivo, y el borde más o menos abrupto, se produce el fenómeno ilustrado en la parte inferior de la figura 7: en cada flanco aparece una zona más clara y otra más oscura que los tonos vecinos. Si se tratara de una señal eléctrica, se diría que se tiene un **overshoot** (y la causa sería *análoga*). El efecto visual es aceptable si la desviación es pequeña, e incluso puede rendir imágenes con mayor nitidez aparente, pero cuando el efecto se refuerza demasiado, se degrada profundamente la imagen.

El "sharpening" es opuesto al "softening" sólo en concepto:

una de esas transformaciones **no es la inversa** de la otra. En consecuencia, el sharpening no puede corregir exactamente un desenfoque (aunque para ligeros desenfoques puede mejorar mucho la imagen).

Por último, vamos a abordar una operación alineal como ejemplo de las muy numerosas aplicaciones del proceso digital de imágenes.

Se trata de la **detección de bordes**, emparentada directamente con la determinación automática de siluetas. El objetivo es determinar los puntos donde el contraste (el gradiente del tono) es máximo. Una aproximación es la ejemplificada en la figura 9, que calcula la *dispersión media del valor de color* alrededor de un punto. Si esa dispersión supera un umbral dado, tendremos un borde y lo señalaremos poniendo el píxel en negro.

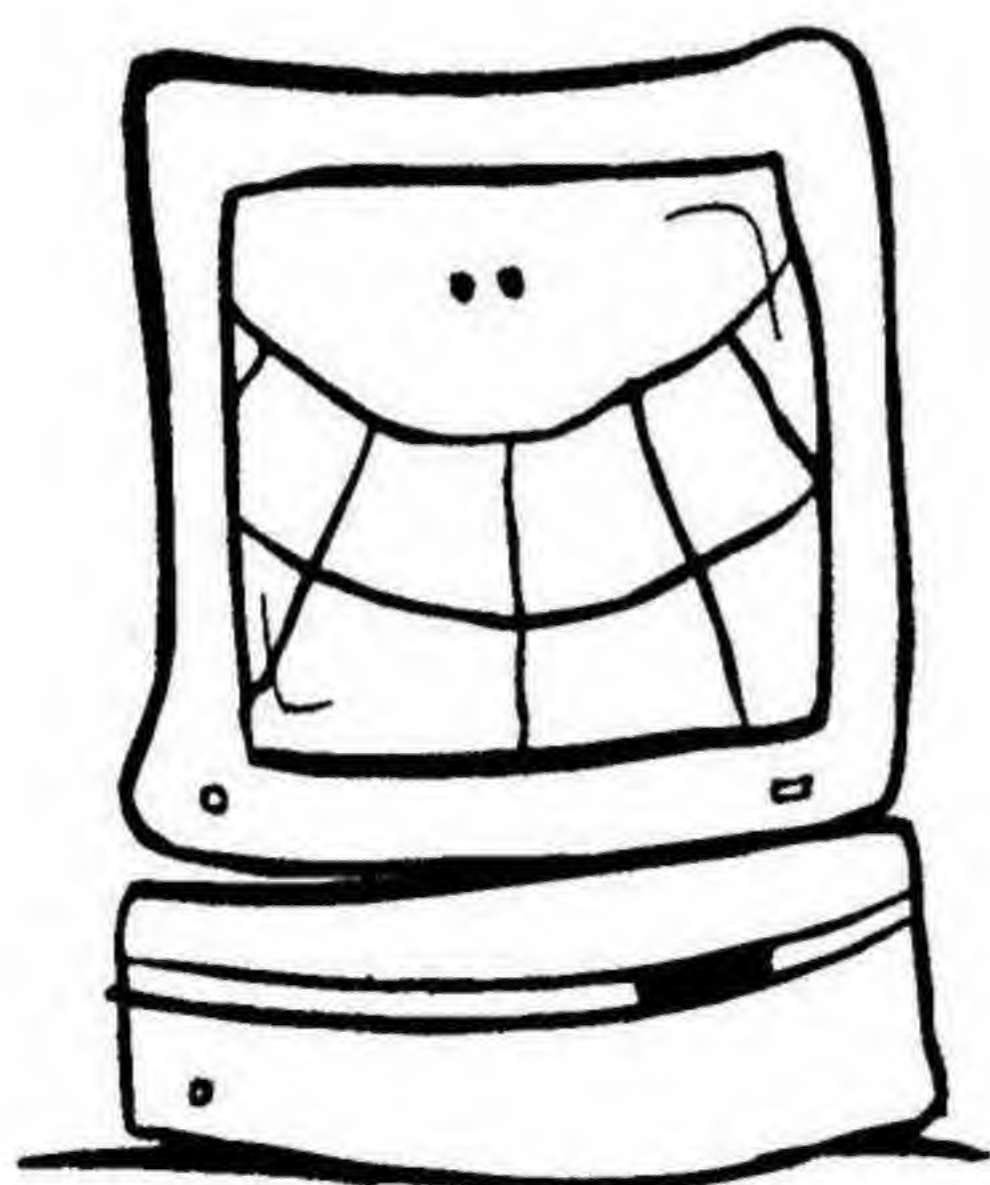
Conclusión

Mediante operaciones sencillas es posible obtener efectos interesantes sobre imágenes digitalizadas. Si se dispone de una representación en una gama de colores adecuada, son numerosos y variados los efectos obtenibles y pueden trasladarse al proceso de imágenes en color. Como en la realidad hay serias limitaciones en la gama cromática, dejamos para la próxima entrega la consideración del color, supeditada al tratamiento de métodos para obtener una gama aparente con suficiente cantidad de tonos.



Prolongando la vida de su PC

¿Qué es cierto y qué es falso con respecto a prácticas en pos de minimizar el desgaste de su PC?



La ventaja de las pautas es que nos eximen de pensar acerca de cada mínima decisión. La desventaja de las pautas es que nos acostumbran a no pensar *cada decisión*. Lo que puede parecer un simple juego de palabras o una paradoja, no lo es. Es, precisamente, el principio de la inteligencia: advertir cuando la situación se aparta del presupuesto de lo pautado.

En el ámbito de la informática, lo no habitual es que la validez de las pautas sobreviva mucho tiempo, porque la tecnología avanza exponencialmente. Lo que era dogma hace cinco años, puede ser un disparate hoy.

Así es que, hoy por hoy (y quizás pocas veces tenga tanto sentido esta locución), mantenemos pautas de uso perimidas, o (porque nunca consiguieron transformarse en tales) ignoramos cosas que han permanecido inalterables.

La tecnología de uso cotidiano

nos ha acostumbrado por años a que el desgaste de cualquier aparato (y con él su vida útil) va en relación directa con su **tiempo de servicio**. Como sucede con cualquier pauta similar, la asimilamos y tendemos a aplicarla *siempre*, aún encontrándonos fuera de su ámbito de validez.

Contrariamente a lo que sucede con los componentes mecánicos, para los cuales el desgaste es función en parte de las discontinuidades (arranques, paradas, etc.), pero en gran proporción del tiempo de uso continuado, el envejecimiento de los componentes electrónicos no depende sino muy débilmente del tiempo de servicio.

Salvando algunas excepciones (componentes que en realidad son electromecánicos, como motores y relés, otros que están sometidos a condiciones muy agresivas, o casos especiales, como lámparas incandescentes),

no hay una dependencia importante del tiempo de servicio.

Las excepciones citadas son difíciles de hallar en una computadora, a no ser por los pequeños motores de ventilación y de los discos duros y disqueteras. Los chips *envejecen de otro modo*.

El stress térmico

Típicamente, un chip incluye la pequeña pastilla de silicio montada sobre un sustrato de aluminio, por soldadura de oro o de plomo-estaño. Los coeficientes de dilatación de estos materiales son diferentes, de manera que cuando el chip se calienta (durante la conexión) o se enfría (al ser desconectado), se producen tensiones que con el tiempo terminan por deteriorar la soldadura y llevar el circuito fuera de condiciones de operación.

Este stress se produce *en cada arranque y en cada parada*, de manera que la vida útil de un chip se mide, más bien que en horas de uso, en **cantidad de ciclos de operación** (encendido-apagado). Para citar un valor típico, esta vida puede ser de unos 5.000 o 10.000 ciclos (para una pieza industrial), que pueden elevarse a cifras de 25.000 a 50.000 para piezas de grado militar.

Por razones similares, el stress térmico también atenta contra la perfecta conexión en aquellos dispositivos encastrados en **zócalos**. Con el tiempo, el trabajo térmico puede terminar por

desconectar virtualmente alguna de las patitas; este problema generalmente se resuelve mediante un apretado, pero eventualmente puede resultar en la destrucción del chip (por ejemplo, si pierde alimentación).

Las descargas estáticas

Los dispositivos de estado sólido son bastante sensibles a las **descargas electrostáticas**, en particular los MOS, debido a la delgadez de las compuertas.

La experiencia sobre descargas estáticas es algo engañosa. Por una parte, los que vivimos en Buenos Aires estamos poco expuestos a ellas, debido a la elevada humedad ambiente habitual.

Por otro lado, en una descarga suele haber bastante poca energía puesta en juego, lo que sumado a un umbral de unos 2 KV, necesario para experimentar molestias, hace subestimar en mucho las tensiones presentes.

Para perforar una capa delgada de 100 Armstrongs no es necesaria mucha energía, y las tensiones requeridas son en general menores que 1 KV. Comparativamente, una carga estática puede llegar fácilmente a los **25KV**. En un ambiente normal, esto depende en muy gran medida de la **humedad**. Cuando la humedad relativa es superior al 60%, los objetos cargados se descargan fácilmente, y no es frecuente que alcancen potenciales como los mencionados.

A la inversa, en climas secos o

dehumidificados por el empleo de acondicionadores, con humedades menores al 30%, se generan potenciales de hasta 10 KV con el simple hecho de caminar por una alfombra, manipular embalaje plástico o desenrollar cinta adhesiva.

Descargas de gran energía pueden inutilizar por completo un dispositivo CMOS; las de pequeña, producen *degradación progresiva*.

Naturalmente, estos efectos son prácticamente independientes de que el equipo se encuentre o no encendido; sí influye esta condición en otro fenómeno relacionado, que son los **transientes** en líneas de alimentación y de comunicaciones.

Transientes

Aparecen como pulsos de muy breve duración, pero cuya tensión puede ser muy alta (1 o 2 KV). Se originan en descargas atmosféricas, captadas por el tendido eléctrico o telefónico, maniobras realizadas en el sistema eléctrico, y otras influencias del ambiente.

Al contrario de otros defectos de alimentación, que se traslucen en signos evidentes en la iluminación y en la marcha de motores, los transientes pasan inadvertidos, (excepto por la eventual destrucción de componentes de estado sólido).

Si el equipo no está protegido mediante un filtro de línea, estos picos pueden llegar a destruir componentes electrónicos.

Las partes mecánicas

Dejando de lado los componentes mecánicos sujetos a uso sólo cuando el equipo está siendo operado, y no meramente encendido, como teclados o unidades de floppies, el único componente importante que resta es el disco rígido.

Aquí hay también dos factores de desgaste: el uso continuado, y los esfuerzos de arranque y parada.

Frente al uso continuo, el mayor desgaste se localiza en los bujes del plato del disco, que pueden llegar a erosionarse, causando problemas de balanceo. Por el lado de arranques y paradas, el mayor problema no proviene del esfuerzo mecánico sino de la posibilidad de que se produzca un *aterrizaje de cabezas*.

Parking

Las cabezas de un disco duro están diseñadas no para deslizarse sobre el plato, sino para **flotar** -por efecto aerodinámico- a uno o dos micrones del mismo. Naturalmente, durante el arranque y la parada permanecen apoyadas en tanto la velocidad no supera cierto valor.

Si bien las cabezas cuentan con un recubrimiento plástico lubricante, siempre subsiste el riesgo de que dañen la superficie magnética. En modelos antiguos, era recomendable la precaución de estacionar las cabezas antes del apagado, y en particular, antes de proceder

al manipuleo del disco o al transporte del equipo.

Actualmente, los discos duros incluyen un mecanismo de **autoparking** que lleva automáticamente las cabezas a una zona de estacionamiento segura (*landing zone*, cerca del eje) cuando la velocidad es baja, de manera que no requieren precauciones especiales.

Los monitores

Se da en ellos el síntoma más agudo de envejecimiento, que generalmente aparece antes que cualquier otro, si se exceptúa, naturalmente, los dispositivos librados a las *inclemencias del usuario*, como teclados, joysticks y mouses (*mice*).

El recubrimiento fluorescente de fósforo es *quemado* por el haz de electrones que produce la imagen, con lo que el desgaste es proporcional al tiempo de uso, al brillo empleado y a la frecuencia con que cada punto se encuentra iluminado.

Este efecto es particularmente acusado cuando se emplea sistemáticamente una misma aplicación: las zonas invariantes de la pantalla (marcos, barras de menús, etc.) se queman preferencialmente, dejando una silueta fantasma bastante fácil de reconocer.

Otros componentes del monitor están también expuestos a desgastes por el uso, tales como envejecimiento del filamento y de la aislación de alta tensión.

Finalmente, se debe tener en

cuenta que el estado de encendido del monitor no afecta a la PC, que es prácticamente ignorante del mismo, por lo que puede apagarse siempre que no sea necesario observar la pantalla sin efecto alguno.

Conclusiones

Se desprende de todo lo que antecede que es más apropiado para prolongar la vida del equipo **evitar encendidos y apagados** (muchas veces realizados por términos breves, y justamente con la intención de protegerlo).

Es siempre preferible que la PC permanezca encendida durante toda la jornada de trabajo (o de vicio); incluso es recomendable esto mediando breves ausencias del usuario, si se confía en la buena calidad de la alimentación o se dispone de un filtro de línea.

Prolongando los períodos de encendido, no sólo se extiende la vida útil del equipo, sino que se garantiza la carga adecuada para la pequeña **batería** que mantiene la configuración del equipo, fecha y hora (es frecuente que esta batería muestre signos de agotamiento en equipos con un régimen de uso de largos períodos de apagados y breves de encendido).

Por último, es recomendable apagar el monitor cuando no se lo está usando, aunque la PC se encuentre en pleno proceso de datos.



N o v e d a d e s e n s h a r e w a r e

Hyperlock 3.1 Pro

por Daniel Saban *

Si alguna vez se indignó cuando su trabajo fue copiado y utilizado por otros sin autorización, y se preguntó como limitar las copias ilegales de su software, he aquí la respuesta

Este es un sistema de protección anticopia ideal para programadores, o cualquier persona que quiera que un determinado programa se ejecute únicamente en una máquina.

Básicamente, el programa protege archivos ejecutables de manera tal que los mismos sólo puedan ser corridos en la computadora en la cual se los instaló. Tiene dos sistemas principales de protección. Uno es el local, que protege los progra-

mas desde la PC que lo está corriendo; y el otro es el denominado *Protección a distancia*, que permite enviar por ejemplo un programa a un cliente, y una vez instalado, sólo podrá ejecutarse en la PC donde se realizó dicha instalación. Los disquetes que estén protegidos con este sistema podrán ser copiados con Diskcopy, Copyiipc, Copywrit, o programas similares, pero sólo la copia original se ejecutará correctamente, mientras que las copias no funcionan.

FICHA TECNICA:

TITULO: Hyperlock 3.1 Pro
FORMATO: 2 Diskette 5 HD
AUTOR: Alda Computer Soft - Alejandro y Daniel Bit Chakoch
ORIGEN: Chaco - Argentina
REQUERIMIENTOS: PC AT IBM o compatible
MODALIDAD: Versión registrada (\$50). Shareware próximamente disponible
DISTRIBUYE: Estudio Shareware

*(de Estudio Shareware)

Las incorporaciones y mejoras de esta nueva versión incluyen un nuevo código lanzador, con más de 12000 instrucciones en lenguaje ensamblador, lo que imposibilita su desensamblado.

También tiene comunicación directa con los administradores de memoria EMM386.EXE y EMM386.SYS, lo que reduce casi cualquier problema de incompatibilidad que pueda presentarse. Soporta GREEN-PC y revisión de ROM BIOS independiente del disco rígido.

Para proteger su soft entregando versiones operativas, tiene también la opción de generar una fecha de expiración del programa ejecutable, de manera tal que usted decide hasta cuándo permite su uso.

Se incluye también un nuevo Windows Protection Pack que protege archivos ejecutables para Windows.

Posee detección de virus que revisa el programa lanzador protegido ante posibles cambios cada vez que se lo ejecuta, validación por claves telefónicas, instalaciones simultáneas para redes (el programa protegido puede funcionar hasta en 50 computadoras diferentes con la instalación normal, e infinitas con el sistema de claves telefónicas), código externo IDE-LOCK que protege archivos .EXE según el nombre, fabricante y número de serie del disco rígido IDE.

En caso de que la instalación

del programa protegido falle, el instalador guarda la información necesaria en caso de devolución del disco a fin de evaluar cuál pudo ser la causa del problema; esta información comprende número de serie del motherboard, fecha de la BIOS, fecha de instalación, cantidad de programas instalados, cantidad de programas que no se pudieron instalar, nombre de volumen del disco rígido, código de error-éxito final del instalador y cantidad de instalaciones restantes.

El sistema ahora es totalmente compatible con versiones anteriores al DOS 6.x. La interfaz y

los manuales que se encuentran en archivos de texto, o en un pequeño folleto son muy claros y están completamente redactados en castellano.

Hemos comparado la eficiencia de este programa con similares americanos de elevado costo, y nos llevamos la grata sorpresa que Hyperlock 3.1 Pro es más versátil y sencillo de usar, además de ser mucho más barato (\$50) y contar con respaldo técnico nacional. Esto muestra una vez más que lo bueno no siempre viene del exterior, y que en nuestro país contamos con programadores de primer nivel.



GIGA SYSTEM BBS

20 Líneas rotativas - Modems de 14.400 bps

19 CDROMS en línea

Protocolo gráfico - Teleconferencia

400 MB SHARE nuevos todos los meses

FIDONET - INTERNET

140 Foros de alcance Nacional e Internacional

Red Educativa - Areas Empresariales

COMUNICACION AL INSTANTE

Setee su Modem en 8N1 y disque 702.1072 - 703.1073

Consultas y soporte técnico al 703.2289



Investigando la "movida"

Corrección de imágenes degradadas

Por el Lic. Fernando Tasso

Una aproximación al proceso de imágenes en el espacio de Fourier a través de un caso que nos exige de la complicación de la bidimensionalidad de la imagen: las tomas en movimiento



¿Recuerda aquéllo del tan mal fotógrafo que cuando le sacó a un muerto le salió "movido"? Actualmente hay solución para una toma movida, partiendo de la imagen disponible.

Uno de los aspectos más difíciles, y también más interesantes del procesamiento de imágenes es la posibilidad de aplicar **procedimientos correctivos** a imágenes defectuosas o imperfectas. En unos pocos casos simplificados se puede recurrir a procedimientos locales en el dominio espacial, pero en general, es necesario operar en el **espacio de Fourier**, y **bidimensionalmente**. Esto acarrea serios problemas, tanto de implementación, como de didáctica.

Las tomas movidas

Si la imagen se mueve con respecto a una cámara mientras se expone, cada punto de la imagen ideal se disolverá en una **línea** en la dirección del movimiento, y cuya longitud depende del grado de desplazamiento.

Si el movimiento ha sido horizontal, el efecto será similar al mostrado en la figura 1. En lo sucesivo, supondremos que el desplazamiento es horizontal (*bastaría rotar los ejes si no lo fuese*).

En una imagen compleja, cada píxel resulta de superposición de los vecinos en sentido horizontal, pero **no hay interacción entre diferentes filas horizontales de píxeles**. Esto indica que nos encontramos frente

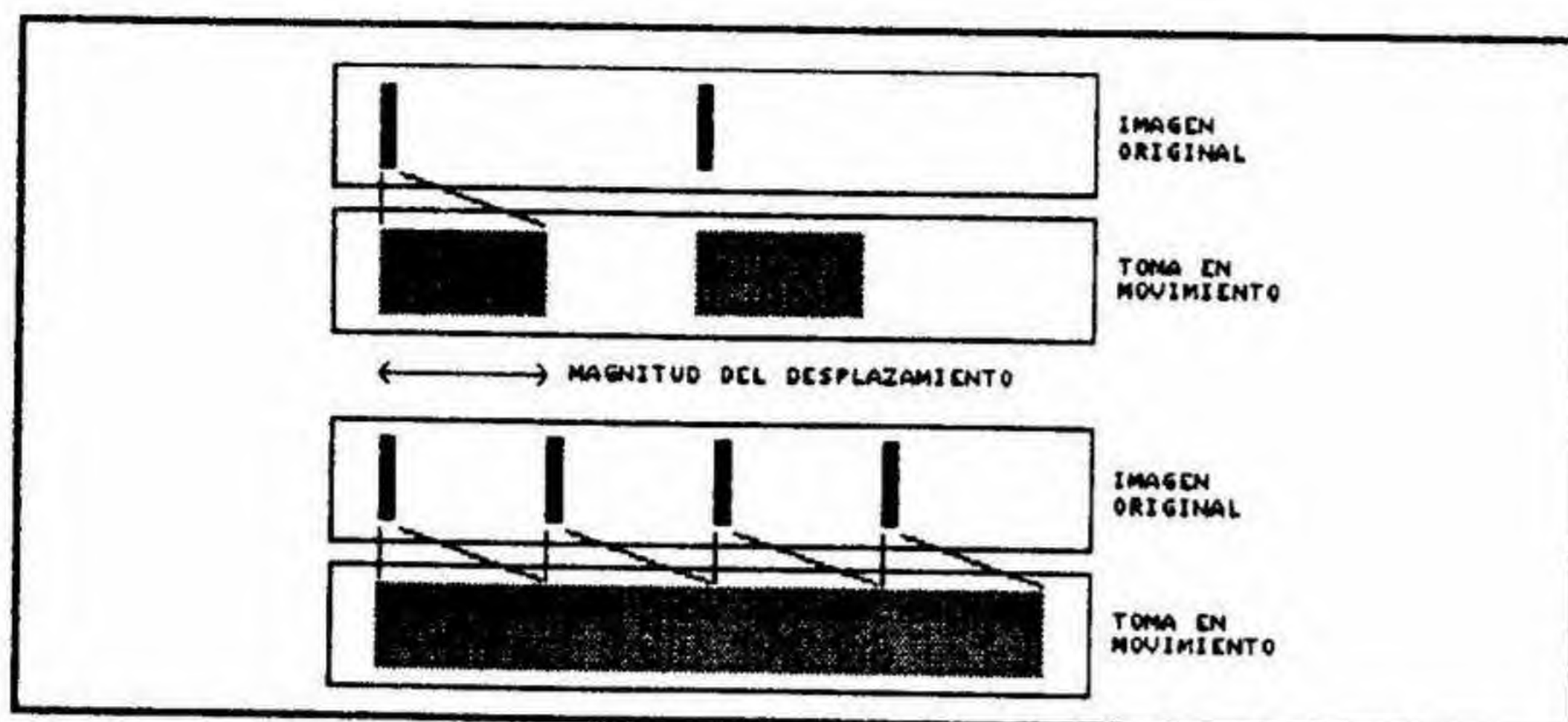


Fig. 1 - El efecto de una toma en movimiento es la dispersión de cada punto a lo largo de una línea. Abajo: un patrón de barras espaciadas exactamente en la distancia de dispersión resulta en una barra continua

a un problema **monodimensional**, que habrá de resolverse en forma análoga pero independiente, fila a fila.

Acciones correctivas

Numerosas acciones correctivas pueden aplicarse sobre imágenes defectuosas (provenían de fotografía o de otro origen). Genéricamente, implican complejos procedimientos bidimensionales. Analizaremos conceptualmente estos procedimientos, contando con una importante ayuda: el ejemplo de la toma movida, monodimensional, es explicable y resoluble en términos mucho más simples, y la extensión de este caso a dos dimensiones permite acercarse a entender el caso general.

Se trata de un buen ejemplo, porque su carácter monodimensional simplifica el tratamiento, los conceptos y conclusiones resultan válidos para otros casos más complejos, y los resultados que se pueden

obtener son inesperadamente buenos.

Enfoques

La problemática de la corrección de imágenes puede enfocarse desde dos puntos de vista: las aplicación de **filtros** u operadores y la operación en el espacio de **Fourier**.

Desde el punto de vista de los filtros, una imagen defectuosa se comporta como si a la información genuina se la hubiera procesado como se muestra en la figura 2. Un filtro (FIR) es una operación que implica multiplicar los valores de celdas adyacentes por coeficientes predeterminados, sumar los productos y asignar el resultado a un píxel de la imagen "transformada" (en este caso, defectuosa). El procedimiento se aplica a toda la imagen, recorriéndola con el filtro.

En algunos casos, el análisis de un filtro es sencillo. Por ejemplo, el filtro que representa la **generación** de una imagen movida es monodimensional,

todos sus coeficientes son iguales, y suman 1. Su longitud (dimensión) es la magnitud del desplazamiento, medida en píxels.

Se intuye que si se pudiera construir un **filtro inverso**, que mediante una cuidadosa elección de coeficientes revirtiera esa operación se habría solucionado el problema. Lamentablemente, no es simple determinar un filtro tal, y las características del problema hacen que se requiera de filtros de dimensión considerable, como luego veremos.

El espacio de Fourier

Una veta muy rica reside en la operación en el espacio de Fourier. Conceptualmente es algo difícil de comprender; su implementación es compleja en cantidad de cálculo, pero fácil de aplicar una vez determinados los coeficientes.

En nuestras ediciones 27 y 28 se trató el concepto y cálculo de las transformadas de Fourier, aplicadas a problemas de audio. Remitimos allí al lector interesado en el fundamento matemático mínimo, y vamos a exponer conceptualmente el método.

La **transformada discreta de Fourier** es una operación que aplicada a un conjunto de N valores distribuidos en el tiempo (audio) o en un espacio monodimensional (imagen) da otro conjunto de valores que reflejan

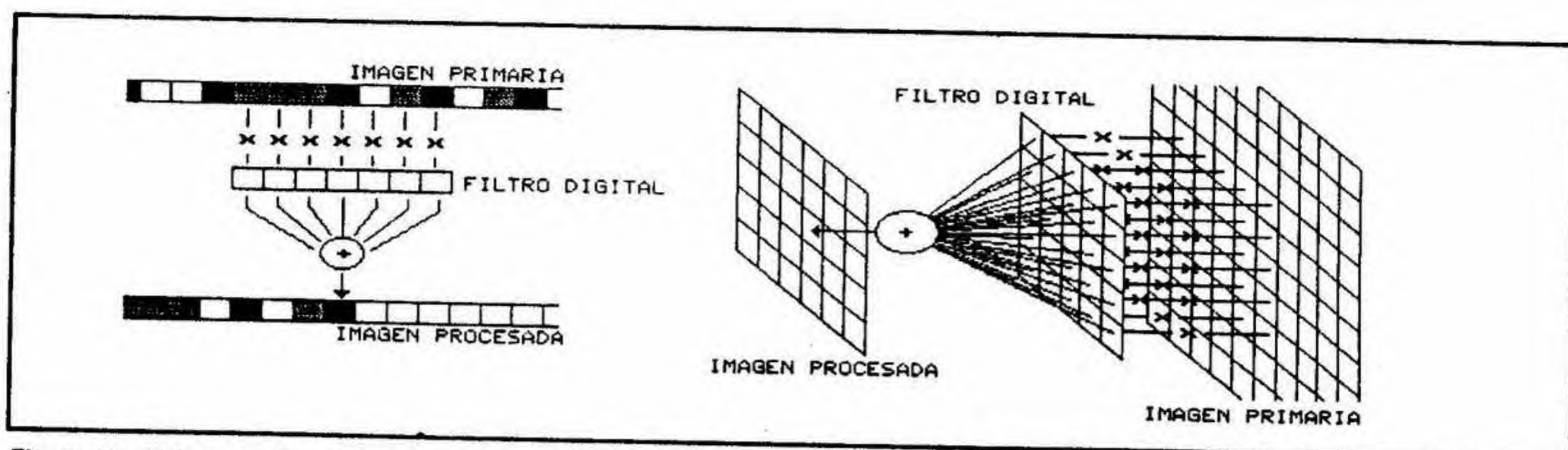


Fig. 2 - Un filtro monodimensional se implementa definiendo un conjunto de coeficientes que multiplican píxeles vecinos; la suma de estos productos es el valor del píxel resultante. A la derecha, una versión bidimensional

el espectro de frecuencias (o repetición de patrones).

Estos valores (**coeficientes de Fourier**) son números **complejos**, aunque habitualmente se representa su módulo real, que corresponden a las componentes senoidales y cosenoidales de diversas frecuencias en que se puede descomponer el **dominio** temporal o espacial.

Si la imagen consiste, por ejemplo, de un mosaico que se repite cada 8 píxeles, en el espectro resultante de la transformación de Fourier habrá una componente importante (quizás un pico) en la frecuencia correspondiente a la inversa de esa distancia.

Nótese que en la transformada *el espacio ha desaparecido*, y la variable independiente es **frecuencia** (en este caso, píxeles⁻¹).

Del mismo modo que en audio este espectro refleja la composición del sonido analizado, cuando se trata de una imagen, da cuenta de las diferentes componentes.

El **detalle fino** de la imagen

corresponde a las componentes de alta frecuencia, y las áreas planas a las de baja.

En el caso genérico, se deberá recurrir a una transformación **bidimensional** (variables independientes: frecuencia horizontal y vertical), algo más complicada, pero conceptualmente análoga.

La operación en el espacio de Fourier implica efectuar la transformada y operar sobre los coeficientes obtenidos. A continuación, se **reconstruye** la imagen aplicando la operación inversa (la **antitransformada**).

Por ejemplo, uno podría atenuar los coeficientes que corresponden a las bajas frecuencias y reforzar los de las altas (como se haría en audio con un ecualizador). En la imagen resultante se verán realzados los bordes y el detalle fino.

Filtros y Transformada

Si se considera un caso como el anterior, se encontrará que luego de efectuadas las numerosas operaciones necesarias cada píxel quedará definido co-

mo una **combinación lineal** (suma de productos por coeficientes fijos). Esto permite calcular, por una única vez, esos coeficientes aplicando la transformada, con lo cual se establece un puente entre la operación en el espacio de Fourier y la operación mediante filtros (lamentablemente, en los casos que requieren tratamiento bidimensional, las dimensiones del filtro pueden tornarse *excesivamente grandes* como para conservar en memoria todos los coeficientes precalculados).

La función de transferencia

El efecto de una **anomalía** en la toma (desplazamiento, desenfoque, etc.) se refleja en el espacio de Fourier en un espectro que resulta de la **combinación** entre el espectro de la imagen original y una **función de transferencia** que caracteriza a la anomalía.

La combinación es convolutiva, pero *puede asimilarse a un producto*. Para la imagen normal, los coeficientes de Fourier vienen dados por:

$$F_k = R_k + I_{ki}$$

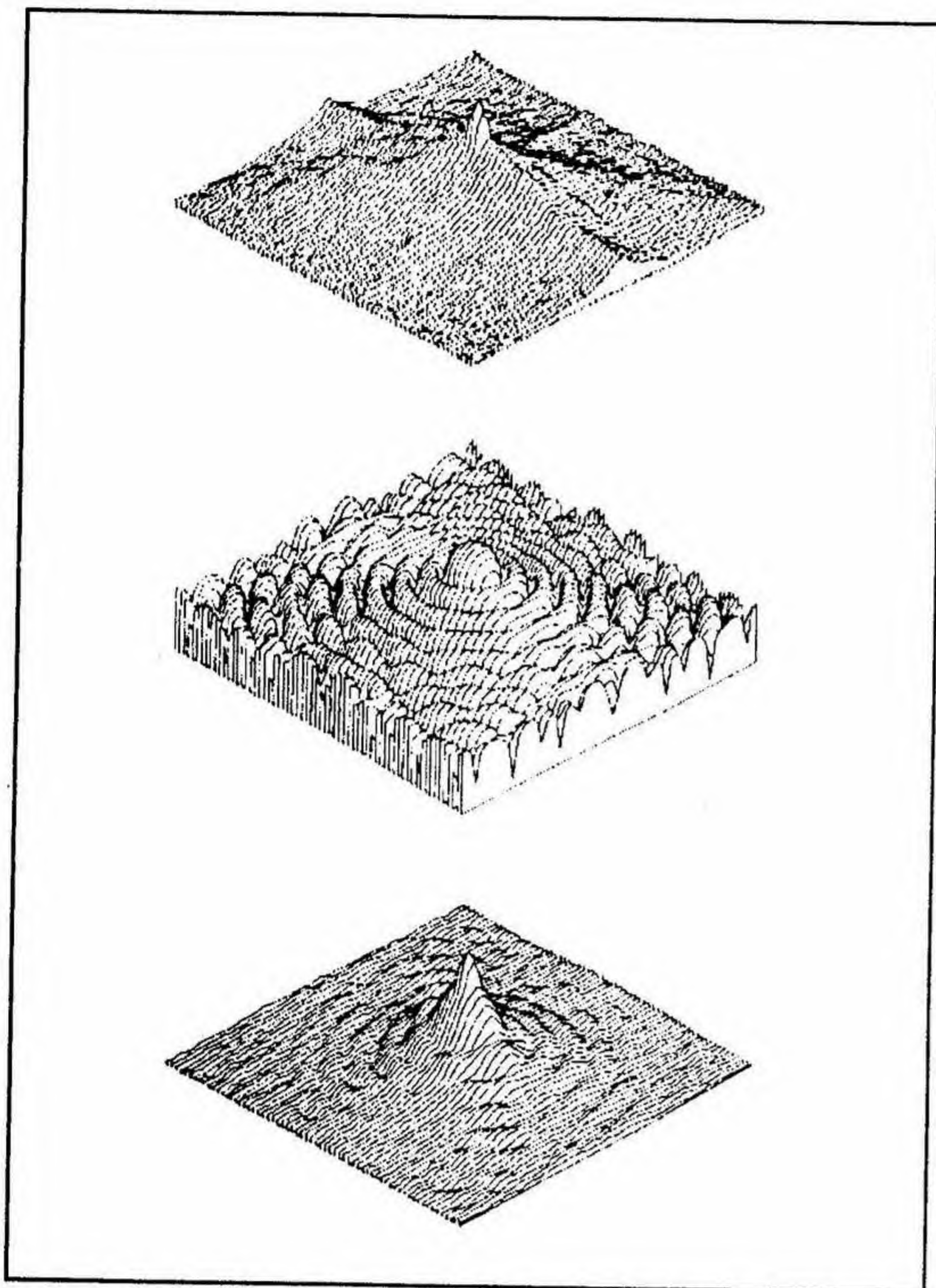


Fig. 4 - El espectro de Fourier de una imagen defectuosa (abajo) resulta de la combinación entre el espectro de la imagen original y el de la función de transferencia del sistema que origina el defecto.

$$R_k = 1/N \sum X_i \sin(2\pi i k / N)$$

$$I_k = 1/N \sum X_i \cos(2\pi i k / N)$$

(Se trata de la versión *monodimensional*; R_k e I_k son las partes real e imaginaria, N el número de píxeles y X_i los valores de gris).

Para la imagen deformada, los coeficientes resultan

$$F'_k = F_k FT_k$$

donde FT_k es el valor para la frecuencia $2\pi k/N$ de la función de transferencia, también compleja.

Si de momento nos desentendemos de los vericuetos matemáticos, el hecho es que en la imagen defectuosa aparecen productos por coeficientes que

dependen del tipo y magnitud del defecto.

Es razonable, entonces, pensar en la posibilidad de **revertir el defecto** aplicando una función de transferencia **inversa** a la que lo provocó. En esta **función de corrección**, los coeficientes FC_k son los **inversos** de los FT_k , y la imagen se restaura (en el espacio de Fourier) multiplicando las componentes de la imagen defectuosa por los coeficientes FC_k :

$$F_k = F'_k * FC_k = F_k * F'_k T_k^{-1}$$

Los FC_k también son **complejos**, y además aquí aparece la primera desilusión: ¿Qué ocurre si FT_k es cero? (Y, según Murphy, irremediablemente lo será).

Características de un sistema desenfocado o desplazado.

En un sistema desenfocado, cada punto de la imagen se difunde en un **círculo de dispersión**, de diámetro proporcional a la cuantía del desenfoque. En rigor, este círculo es una figura *sólo aproximadamente circular*. Se trata de una figura que copia la forma del diafragma (por ejemplo, un pentágono).

El efecto es, en consecuencia, la *versión bidimensional de la imagen movida*, y las conclusiones extraídas de este último caso pueden extenderse al primero.

En la figura 4 se muestra el espectro de Fourier de una ima-

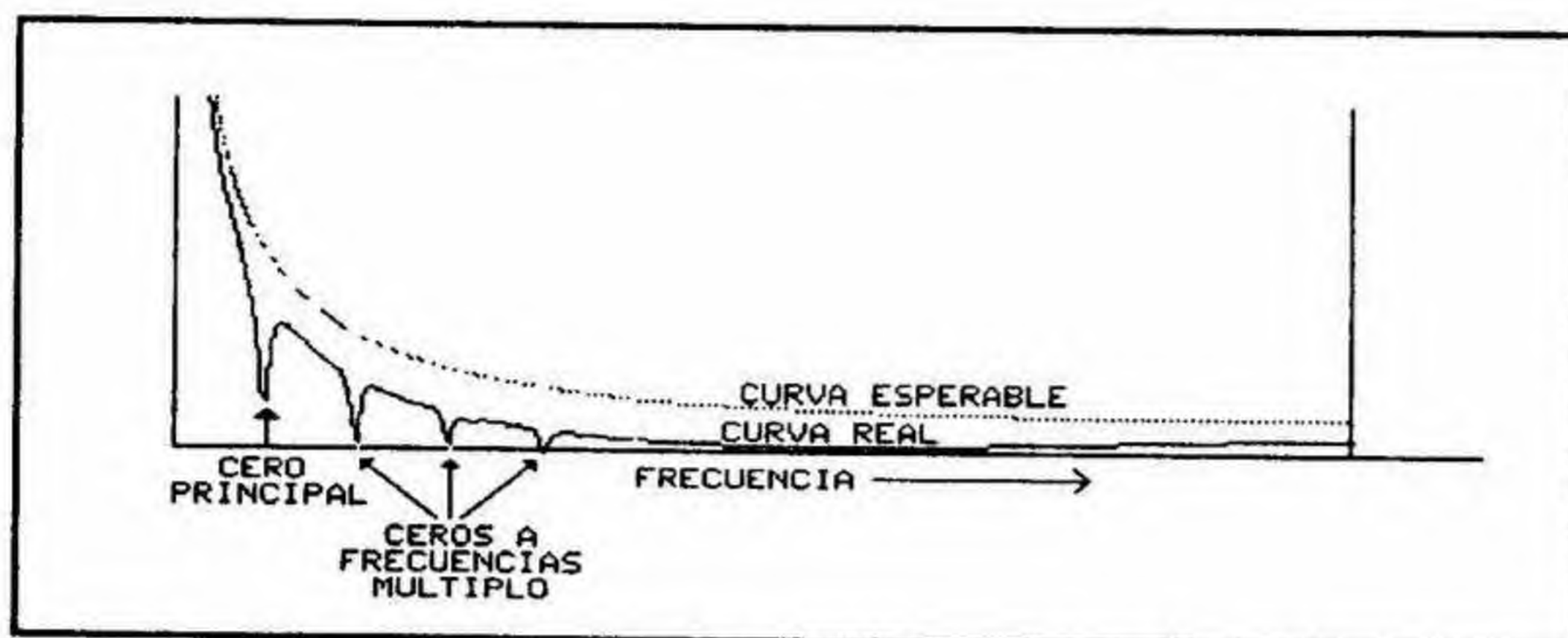


Fig. 4- Comparación entre la transformada de una imagen "movida" y la de una normal. En el primer caso se pierde el detalle fino, y además aparecen ceros o valles donde la función queda muy atenuada, correspondientes a las frecuencias perdidas por el movimiento de la toma

gen normal y el de una movida. Se observa que para ciertas frecuencias aparecen **ceros** o atenuaciones importantes en la imagen desplazada.

Es difícil imaginarse la proveniencia de estos ceros y se la entenderá mejor a través de la figura 1, que muestra la imagen original y la resultante de un desplazamiento (toma movida), por ejemplo de 8 pixels.

Cualquier patrón -como el presentado en la parte inferior de la figura- que se repita cada 8 pixels **se perderá absolutamente** en la imagen defectuosa. Lo que esto nos está diciendo es que en el espacio de Fourier la componente de frecuencia de $1/8 \text{ pix}^{-1}$ ha desaparecido a causa del movimiento de la toma. También las frecuencias múltiplo desaparecerán. El caso más evidente es el ilustrado, en el que un patrón de barras espaciadas cada 8 pixels aparece como una barra continua. Esta imagen es **absolutamente indistinguible** de la correspondiente a una barra continua: parte de la informa-

ción se ha perdido irremediablemente.

Matemáticamente, esto implica que en la función de transferencia asociada a un sistema como este, los coeficientes correspondientes a esas frecuencias son nulos o muy pequeños, y que por lo tanto existirá indeterminación para calcular sus inversas.

Físicamente, los ceros en la función de transferencia son índice de pérdida de información irreversible: el patrón de la figura 1 *no puede ser recuperado nunca*.

Este es un caso límite; en general, se habrá perdido cualquier patrón de la imagen con frecuencia igual a la inversa del corrimiento de imagen.

Cuando el defecto es la **falta de enfoque**, sucede lo mismo, pero en dos dimensiones. En la transformada bidimensional, los ceros (o cuasi ceros) ya no son picos descendentes, sino valles circulares. También en este caso se pierden los patrones de la imagen cuyas dimen-

siones características son del orden del ancho del círculo de dispersión.

Premio consuelo

Paradójicamente, la pérdida de información traducida en aparición de ceros en la función de transferencia nos proporciona **un nuevo tipo de información**: una caracterización del problema.

Hasta ahora, hemos hablado de defectos de tipo y magnitud conocidos, pero ese conocimiento, en principio, sólo puede surgir de un análisis de la forma en cómo se obtuvo la toma.

Este análisis en general *no es practicable*: el sistema óptico puede no ser accesible (puede estar a bordo de un satélite, p. ej.), puede haber sido alterado (cambio de la posición de enfoque), o puede depender de circunstancias no reproducibles (cuantía del movimiento durante la toma).

La **posición de los ceros** en el espacio de Fourier nos da una idea del tipo y cuantía del problema. Por ejemplo, la transformada de la figura 4 nos sugiere que la magnitud del corrimiento es de alrededor de 25 pixels.

Esto es sólo una sugerencia: *no conocemos por separado* la imagen original y la función de transferencia, **sino su combinación**. La hipótesis de un corrimiento como el deducido se basa en la suposición de que en la imagen original *el espectro*

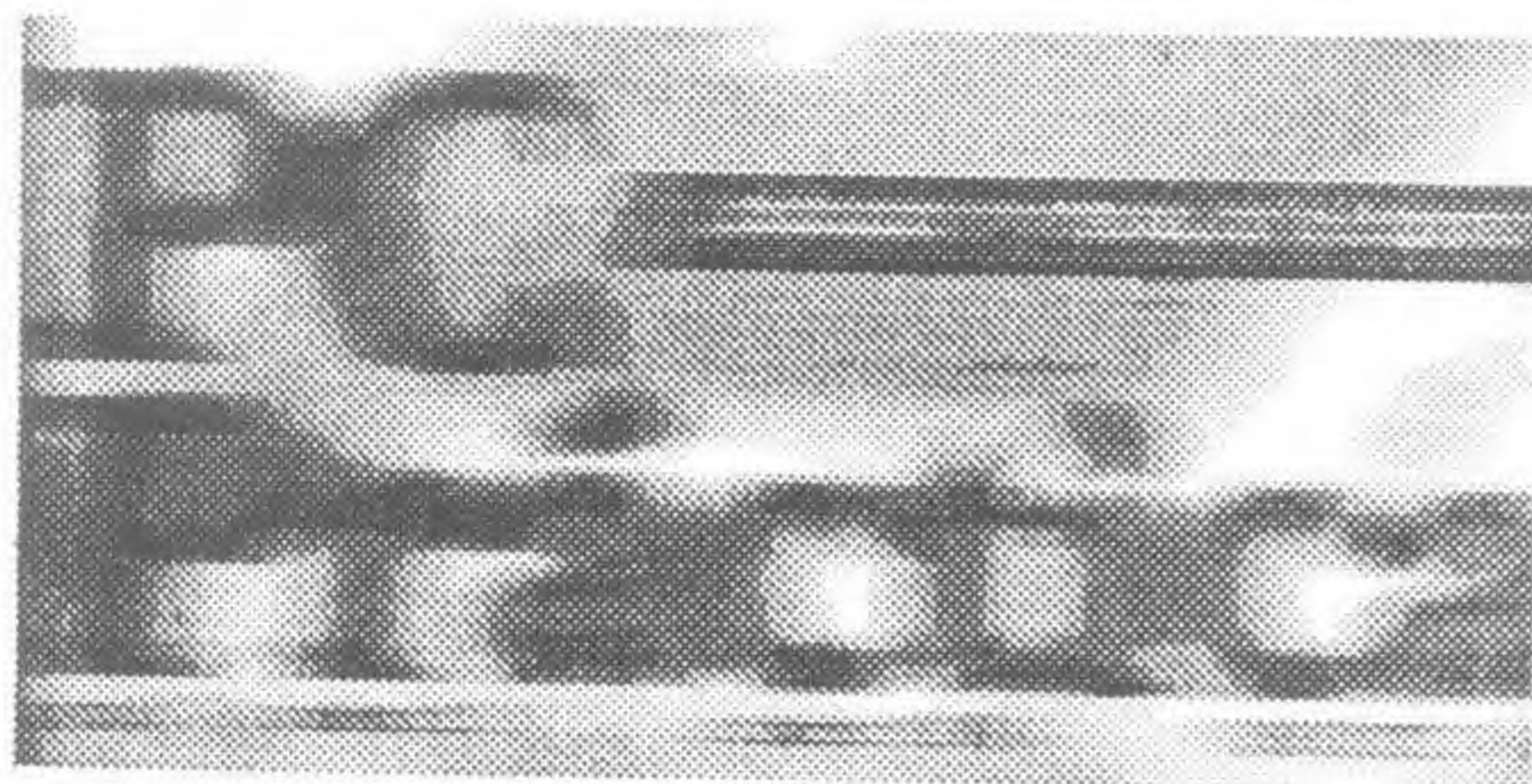


Fig. 5 - La imagen superior fue tomada intencionalmente en movimiento y aparece completamente borrosa. Procesándola adecuadamente se puede recuperar gran parte de la información, restaurando parcialmente la caridad. Los detalles en la imagen inferior, aunque imperceptibles, están contenidos (y enmascarados) en la superior

de Fourier era más o menos continuo.

Dicho de otro modo, es imposible decidir definitivamente y sin contexto si una imagen es "buena" o "defectuosa". El original fotográfico de la imagen movida de la figura 5 es defectuoso; su reproducción en estas páginas es una imagen fiel de ese original.

El ruido de fondo

Antes de ir de lleno al tratamiento correctivo de la imagen, debemos considerar que siempre ha-

brá, superpuesto, un problema adicional: **el ruido de fondo**.

El ruido en la imagen (el lector puede encontrar un ejemplo en una imagen "lluviosa" de TV) es información al azar superpuesta a la original.

El problema del ruido -*más allá de constituir en sí un defecto que también puede requerir corrección*- es que se corre un grave riesgo de **amplificarlo** con procedimientos como el descrito. Si consideramos los coeficientes de un **filtro de suavizado**, por ejemplo, todos ellos son positivos y menores que la

unidad y se produce una suerte de promediado de la imagen que resulta, además, en una disminución de ruido.

Pero en un filtro correctivo como el que nos concierne, aparecen coeficientes positivos y negativos de valores grandes, con lo que aparece el peligro de que el filtro trate de "reenfocar el ruido".

Orígenes del ruido

Las fuentes de ruido son básicamente tres: defectos de la **captura** original de la imagen (por ejemplo, turbulencia atmosférica o empañamiento del objetivo), ruido proveniente de la **digitización**, y ruido de **cuantización**.

Este último, que es el único sobre el que podemos tener control durante el proceso de imagen, es consecuencia de que la representación de la imagen se realiza con una escala de grises **discreta**, de N tonos. Consideremos una imagen formada por un gradiente continuo desde el negro hasta el blanco.

Su representación será escalonada, y el ruido de cuantización, la diferencia entre esta representación y la imagen original, tal como se muestra en la figura 6.

Se entiende que cuando más reducida sea la escala de grises, mayor será el ruido de cuantización.

Precauciones

De acuerdo con esto, es importante que los procesos correcti-

El cálculo del filtro

En una imagen movida, cada punto se difunde entre los adyacentes, de manera que el valor de un píxel X'_i resulta de un promedio de valores de los píxeles X_i de la imagen original:

$$X'_i = 1/(2q+1) \sum_{-q}^q X_{i+q}$$

donde q es la mitad menos uno del ancho barrido por el movimiento.

La parte real de la transformada es:

$$R'_k = 1/N \sum_0^{N-1} X'_i \sin(2\pi i k/N) = 1/N \sum_0^{N-1} \sum_{-q}^q X_i \sin(2\pi(i+q)k/N)$$

$$R'_k = 1/N \sum_0^{N-1} \sum_{-q}^q X_i \sin(2\pi i k/N) \cos(2\pi q k/N) + 1/N \sum_0^{N-1} \sum_{-q}^q X_i \cos(2\pi i k/N) \sin(2\pi q k/N)$$

La parte imaginaria, análogamente es:

$$I'_k = 1/N \sum_0^{N-1} \sum_{-q}^q X_i \cos(2\pi i k/N) \cos(2\pi q k/N) - 1/N \sum_0^{N-1} \sum_{-q}^q X_i \sin(2\pi i k/N) \sin(2\pi q k/N)$$

Mientras que para la imagen original los coeficientes de la transformada serían:

$$R_k = 1/N \sum_0^{N-1} X_i \sin(2\pi i k/N) \quad I_k = 1/N \sum_0^{N-1} X_i \cos(2\pi i k/N)$$

Se observa que se tiene:

$$R'_k = R_k TR_k - I_k TI_k \quad I'_k = R_k TI_k + I_k TR_k$$

donde TR_k y TI_k son los coeficientes de la función de transferencia, que en consecuencia valen:

$$TR_k = 1/(2q+1) \sum_{-q}^q \sin(2\pi q k/N) \quad TI_k = 1/(2q+1) \sum_{-q}^q \cos(2\pi q k/N)$$

Esto, que parece mucho barullo matemático, surge simplemente de componer y descomponer senos y cosenos de sumas. El resultado interesante es la definición de los TR_k y TI_k , y la relación entre las transformadas de la imagen defectuosa y de la normal.

Los inversos de los coeficientes se obtienen haciendo:

$$T_k^2 = TR_k^2 + TI_k^2 \quad TR'_k = TR_k/T_k^2 \quad TI'_k = -TI_k/T_k^2$$

Aplicándolos a la transformada de la imagen movida se obtiene la de la correcta:

$$R_k = R'_k TR_k - I'_k TI_k \quad I_k = R'_k TI_k + I'_k TR_k$$

Como se dijo, T_k puede ser muy pequeño, incluso nulo, generando indeterminaciones. En la práctica, conviene limitar T_k^2 a un valor mínimo empírico. Si el límite es muy grande, el grado de corrección será insuficiente; si es muy pequeño aumentará la granularidad del resultado y aparecerán en él patrones repetitivos espurios.

A continuación, se resuelve la antitransformada X_i para el punto $i=(N-1)/2$, en función de los parámetros calculados y de los valores X'_i , que por el momento son desconocidos. $X_{(N-1)/2}$ queda, entonces, como una combinación lineal de los X'_i , con coeficientes determinables. El filtro ya está construido.

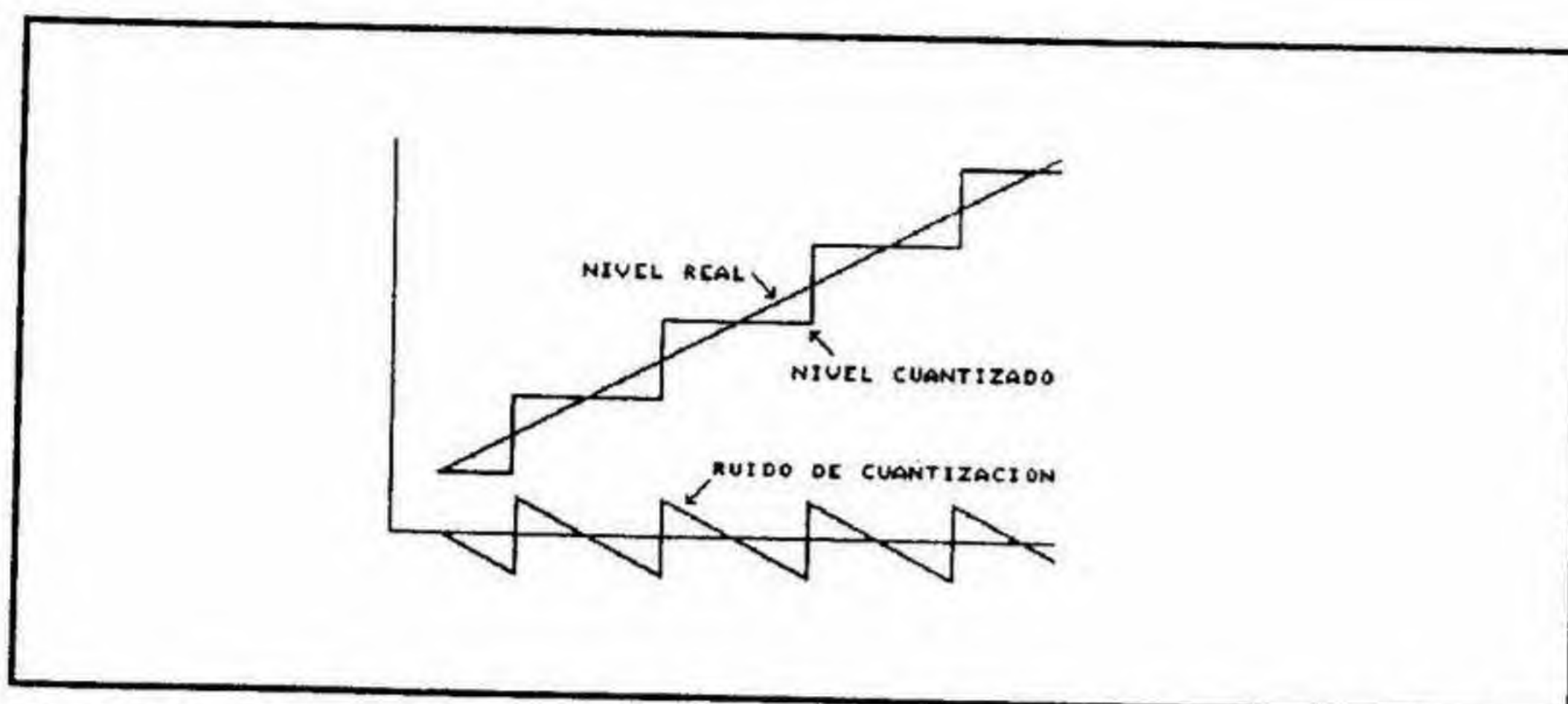


Fig. 6 - El ruido de cuantización surge como consecuencia de que la gama de grises es discreta y no continua

vos se lleven a cabo con imágenes con una extensión adecuada de la escala de grises (los 16 habituales son casi insuficien-

tes, pero 64 o 256 pueden bastar). Si bien suele ser instructivo y cómodo operar directamente sobre la pantalla (o sea, alma-

cenando la imagen en proceso en la RAM de video), en estos casos conviene resignar esa posibilidad y emplear un almacenamiento con una gama de grises amplia (que luego se reducirá a 16 niveles al volcar el resultado a pantalla).

Además de reducir el ruido de cuantización, esto permite manejar un problema de índole numérica: **los errores de redondeo**.

Durante los procesos correctivos se suele operar con valores sensitivos, pequeñas diferen-

```

PI:=4*ATN(1)
S=70
DIM Filtro!(2*S)
Q=12
W:=2*PI/(2*S+1)
TMIN:=.03
FOR I=0 to S+S
    Filtro!(I)=0
NEXT I
FOR K=0 to S+S
    TI:=0: TR:=0
    FOR I=-Q to +Q
        A:=W*I*K
        TI:=TI+SIN(A)/(2*Q+1)
        TR:=TR+COS(A)/(2*Q+1)
    NEXT I
    T2:=TR*TR+TI*TI
    IF T2<TMIN THEN T2:=TMIN
    TR:=TR/T2: TI:=-TI/T2
    B:=W*S*K
    FOR I=0 to S+S
        A:=W*I*K
        SN:=SIN(A): CS:=COS(A)
        Filtro!(I)=Filtro!(I)+(TR*SN-TI*CS)*SIN(B)/(2*S+1)
        Filtro!(I)=Filtro!(I)+(TI*SN+TR*CS)*COS(B)/(2*S+1)
    NEXT I
NEXT K

```

' Semidimension del filtro
' (el filtro tiene 2S+1 coeficientes)

' Semidesplazamiento a corregir
' (el desplazamiento es de 2Q+1
' Frecuencia de base
' Mínimo aceptable para el módulo
' de la función de transferencia
' Inicialización de coeficientes

' Ciclo para las frecuencias K
' Cálculo de los coeficientes de
' de la función de transferencia
' a la frecuencia K

' Módulo de los coeficientes
' La indeterminación de los ceros se
' supera limitando el valor del módulo
' Se invierten los coeficientes

' Ciclo para cada coeficiente del filtro
' Acumulación del coeficiente

Fig. 7 - Cálculo del filtro para revertir el emborronamiento de la toma en movimiento

FOR R=0 to RMAX	' Ciclo para cada fila de la imagen
FOR C=0+S to CMAX-S	' Ciclo para las columnas de la imagen
Pixel!=0	
FOR I=0 to S+S	' Ciclo para cada coeficiente
Pixel!=Pixel!+Filtro!(I)*Imagen!(R,C-S+I)	
NEXT I	
ImagenCorregida!(R,C)=Pixel!	' El valor de Pixel se almacena en
NEXT C	' una nueva matriz o se representa
NEXT R	' en pantalla

Fig. 8 - Un ejemplo de aplicación del filtro digital anterior sobre una imagen previamente codificada en una matriz

cias de grandes números. Como ocurre con los sistemas de ecuaciones cuasi degenerados, pequeños errores de cálculo se multiplican enormemente.

Por último, una escala expandida de grises puede manejarse si en lugar de partir de imágenes en gama de grises (*gray scale*) se procesan los **originales** de digitización, que generalmente son imágenes de alta resolución en dos tonos. Tomando celdas grandes (6x6 o incluso 12x12 pixels), el valor medio de cada celda (cantidad de pixels en blanco) resulta un número de 0 a 36 o de 0 a 144, lo que da una gama de grises suficientemente amplia.

Corrección del desplazamiento

En la aplicación demostrativa que sigue se asume que la matriz **Imagen(300,100)** contiene una imagen definida en una gama de grises. En el ejemplo, se generó la matriz a partir de un PCX B/W de 400 dpi, considerando celdas de 6x6 pixels (37 tonos). Para procesar imágenes mayores se deben imple-

mentar métodos de almacenamiento más complejos (para los cuales es vital un acceso rápido!).

El resultado es **decididamente sorprendente**. En la imagen movida cada punto está difundido a lo largo de 24 pixels y sólo se observa una forma general muy difusa. La imagen se reconstruyó mediante un filtro de 70 posiciones, cuyos coeficientes se determinaron como se explica en el recuadro.

En la imagen procesada el grado de detalle es suficiente como para que se haga legible la leyenda "*Publicación mensual...*" y la identificación de la edición. Esta información, aunque invisible, *está efectivamente contenida en la imagen borrosa*.

No obstante, se observan signos de **granularidad**, y rastros (algunos "fantasmas") consecuencia de la **indeterminación de los ceros** mencionada.

El proceso

Una vez cargada la imagen en la matriz **Imagen()**, sea copiando los valores de gris de cada pixel, o, como se hizo, dividiendo

una imagen de alta resolución B/N en celdas de NxN pixels y almacenando el valor de la celda (número de pixels en blanco), y calculados los coeficientes del filtro adecuado, cada pixel de la imagen transformada se obtiene aplicando el filtro a un conjunto de pixels de la imagen origen. Así es barrida la imagen origen, aplicando sucesivamente el filtro. Obsérvese que lo único que diferencia esta aplicación de cualquier otra que emplee filtros digitales es *la forma de calcular los coeficientes de los mismos*.

El mismo método sería aplicable a un filtro para corrección de desenfoque, que sería entonces **bidimensional** (y en cuya evaluación habría intervenido una transformada de Fourier bidimensional).

En próximas notas continuaremos tratando este apasionante tema, pasando al tratamiento de imágenes cromáticas, donde el valor del pixel viene dado por una terna de números, en lugar del único que caracteriza una escala de grises.



Lápiz óptico

**Construcción
de un dispositivo
de apuntamiento
con un fundamento
curioso**

Si bien desde la primera PC el **lápiz óptico** fue una previsión, con soporte de hardware y software, en la práctica es un dispositivo bastante inusual. Y su principio de funcionamiento es bastante curioso; por lo menos, contradice las apariencias.

Un lápiz óptico funciona *exactamente al revés* de como parecería intuitivamente: no se trata de un emisor de una supuesta señal que delata su posición, sino un **sensor del barrido del monitor**.

Para comprender el funcionamiento, y poder abocarse a la construcción de un dispositivo como el mencionado, es necesario comprender cómo ocurre el barrido en un monitor.

El barrido

Los monitores se basan en la llamada técnica de exploración

o **rastreo** (*raster*), que implica la construcción de la imagen barriéndola de arriba hacia abajo, por líneas horizontales.

La pantalla no es iluminada sino en un punto a la vez; la fluorescencia del fósforo y la persistencia retiniana aseguran que sea percibida como un todo.

La exploración comienza desde el ángulo superior izquierdo, describiendo una línea horizontal hacia la derecha. El tiempo que toma este proceso es, en un VGA, de 32 μ s (la tabla 2 muestra los tiempos en diferentes monitores). Luego de un breve pulso de borrado horizontal (de unos 2 μ s), el haz ha retornado hacia la izquierda, y comienza el barrido de la siguiente línea.

Así, son barridas 350 o 400 líneas (en un VGA y dependiendo del modo) que totalizan una pantalla completa.



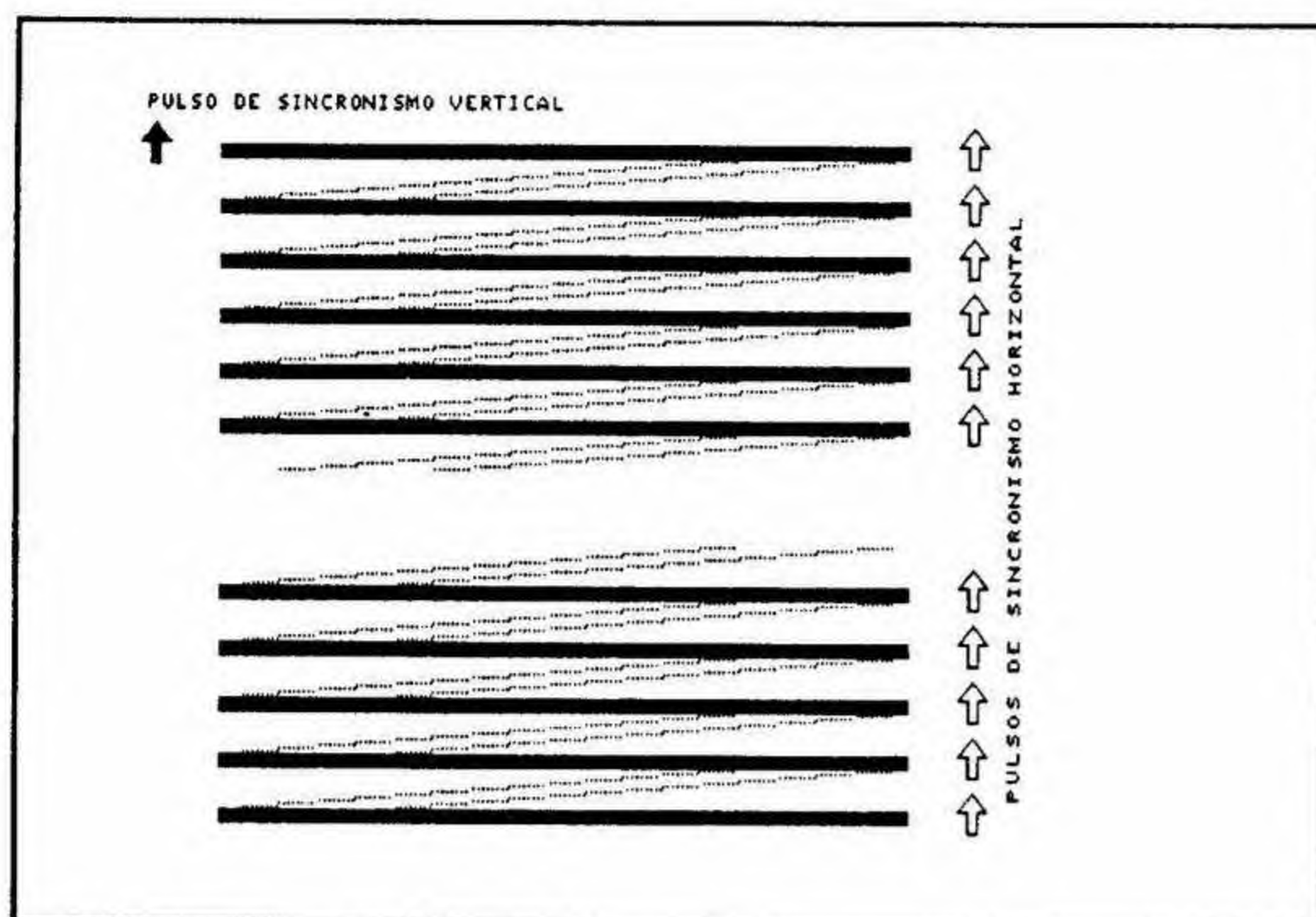


Fig. 1 - Barrido y pulsos de sincronismo presentes

Luego de un pulso de borrado vertical de unos 128 μ s, todo el proceso recomienza.

En algunos modos SuperVGA, y en los monitores monocromos y CGA, se emplea el **entrelazado de líneas**, que consiste en que en una pantalla (mejor, en una trama) son desplegadas sólo las líneas pares, y en la siguiente sólo las impares, para permitir mayor cantidad de líneas con la misma frecuencia vertical y horizontal.

En lo que afecta al empleo de un lápiz óptico, esto se traduce, simplemente, en un menor número de líneas reales por pantalla. En la tabla 2, el número de líneas corresponde al que nos interesa: **cantidad de líneas por trama**.

El lápiz óptico

Si apuntamos un sensor óptico con un ángulo de captación pequeño a la pantalla, el sensor se

manifestará como activo sólo cuando el haz de barrido pase por la posición apuntada. Esto, desde luego, exige que esa área esté iluminada en la pantalla.

Es posible que, debido a la amplitud del ángulo de captación, el sensor detecte este pasaje en dos, tres o más líneas sucesivas. La señal obtenida (cruda) se parece a la mostrada en la figura 3. Note que la señal sube rápido, y decrece más lentamente debido a la fluorescencia.

Los pulsos de **sincronismo**, que permiten detectar el co-

mienzo de barrido de la pantalla y de cada línea, están disponibles tanto vía software como hardware. En la figura 1 se muestra la aparición de estos pulsos; mediante software son detectables a través de dos bits en un **registro de status** que indican el estado de estas señales. Desde el hardware, estas señales son precisamente los **pulsos de sincronismo** conducidos al monitor, disponibles en el conector DB9 o DB15 de la tarjeta de video. En la tabla 3 se muestran los registros del adaptador de video y los terminales en el conector correspondientes a los pulsos de sincronismo para distintos adaptadores.

Si contamos el tiempo transcurrido T_v , o el número de líneas N_v desde que termina el sincronismo vertical hasta que se detecta señal, sabremos la posición vertical:

$$\text{Fila} = T_v / 32 \mu s$$

o

$$\text{Fila} = N_v$$

Del mismo modo, la posición horizontal viene dada por el

Adaptador	Modo	Líneas por trama	Tiempo Horizontal	Tiempo Vertical
MGA	-	348	54.3 μ s	16.667 ms
CGA	-	200	63.6 μ s	16.683 ms
VGA	0F-10	350	31.8 μ s	14.268 ms
VGA	00-0E	400	31.8 μ s	14.268 ms
VGA	11-12	480	31.8 μ s	14.268 ms

Fig. 2 - Parámetros característicos de barrido

Adaptador	Modo	Registro de Status	Bit Sincro Horizontal	Bit Sincro Vertical	Pin Sincro Horizontal	Pin Sincro Vertical
MGA	mono	3BA	1	1	8	9
CGA	color	3DA	1	1	8	9
VGA	mono	3BA	4	3	13	14
VGA	color	3DA	4	3	13	14

Fig. 3 - Registros de status y terminales de sincronismo de distintos adaptadores

tiempo T_h transcurrido desde el fin del último pulso horizontal hasta la aparición de señal (esto es cierto *aunque se detecte señal en varias líneas consecutivas*). La posición horizontal, medida en **porcentaje** de la línea completa, es:

$$P_h = T_h / 32 \mu s * 100$$

Tiempos

Se requiere medir el tiempo vertical con una precisión de unos 16 μs , lo que no trae mayores inconvenientes, ni desde el punto de vista de software, ni de hardware. La medición puede hacerse empleando el registro de **status** como indicador de

comienzo, y contando pulsos de borrado horizontal (líneas) en el mismo.

Desde el punto de vista del sensor, no hay mayores requisitos, excepto que sea sensible a la **luz visible** (no hay componente infrarroja apreciable en la emisión del monitor).

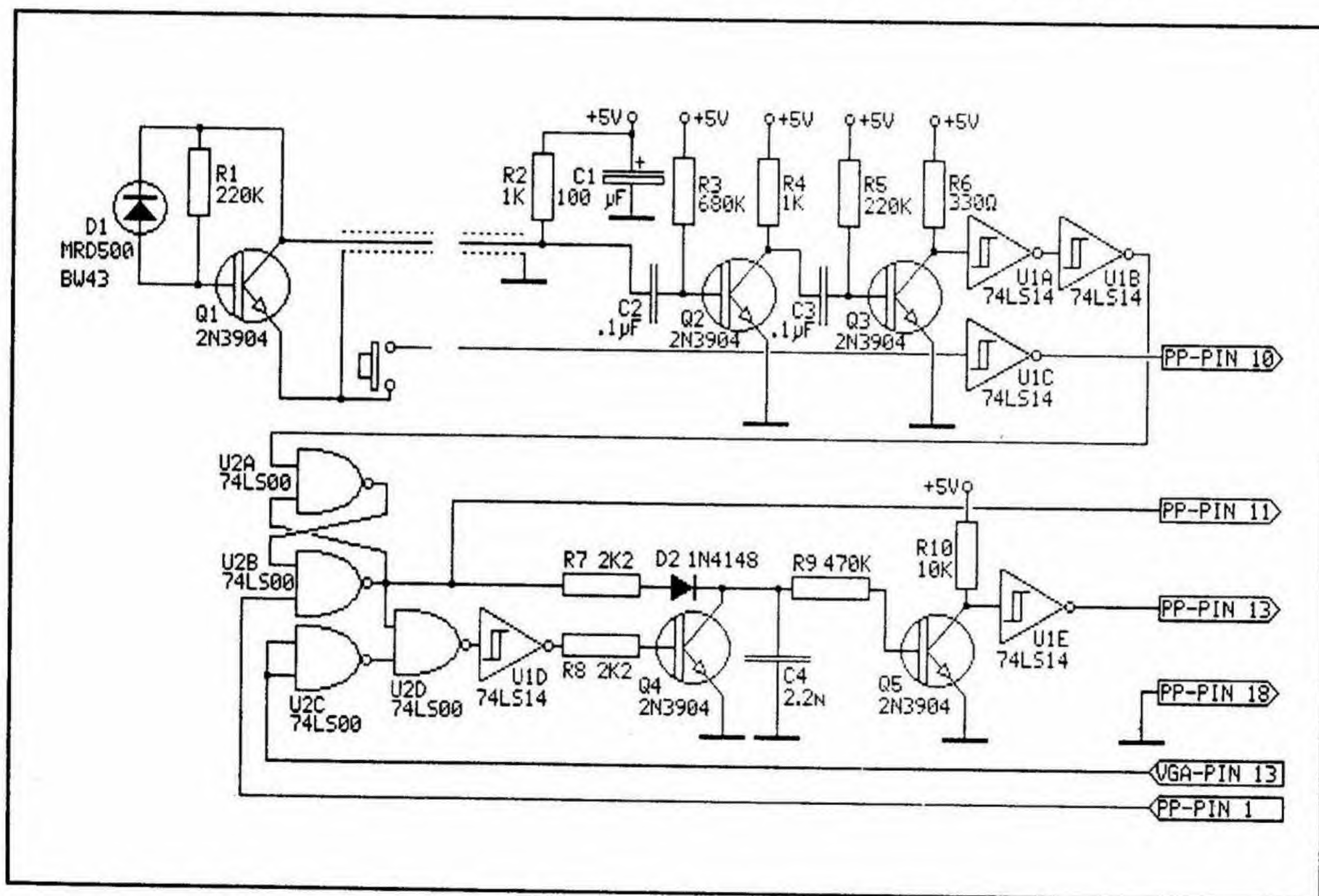


Fig. 4 - El circuito esquemático del lápiz óptico

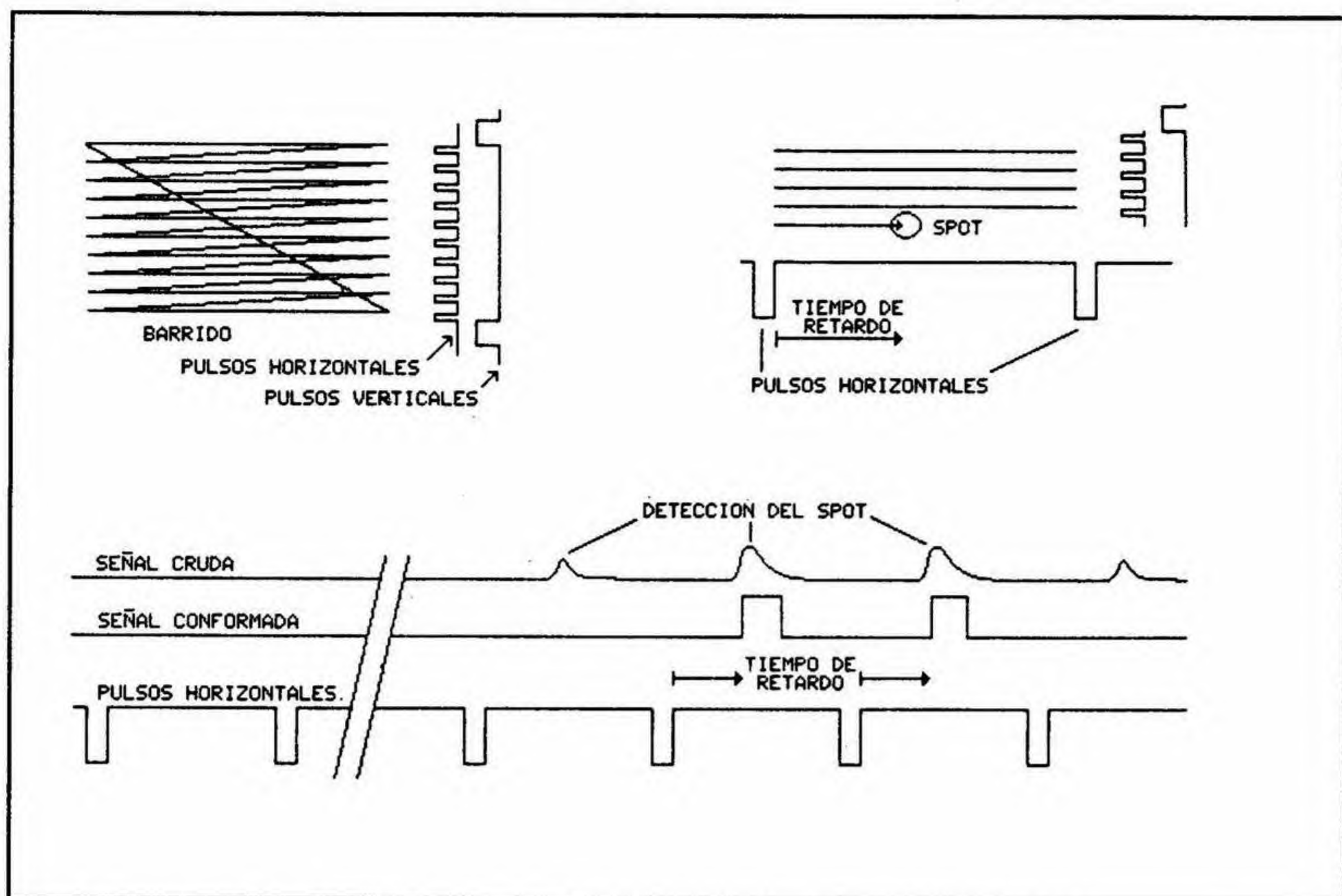


Fig. 5 - Forma de las señales

El problema aparece cuando consideramos la **posición horizontal**. Como una línea es barrida en $32 \mu s$, un 1% corresponde a un tiempo de 320 ns,

mucho menor que el medible desde una PC. Para un píxel, el tiempo se reduce a 50 ns. Esto pone dos obstáculos: el sensor debe ser bastante sen-

sible, con respuesta a la luz visible y muy rápido (el tiempo de respuesta debe estar en el orden de esos 50 ns), y ese tiempo debe ser medido desde la PC.

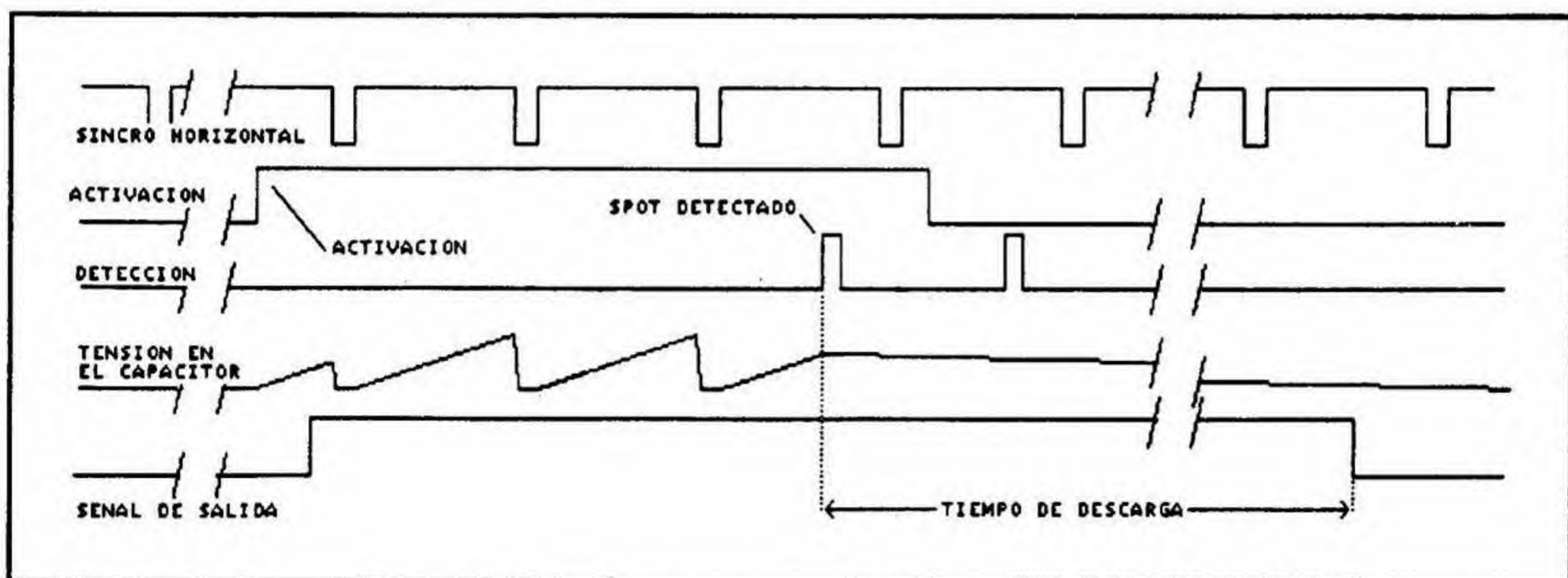


Fig. 6 - Carga y descarga del capacitor

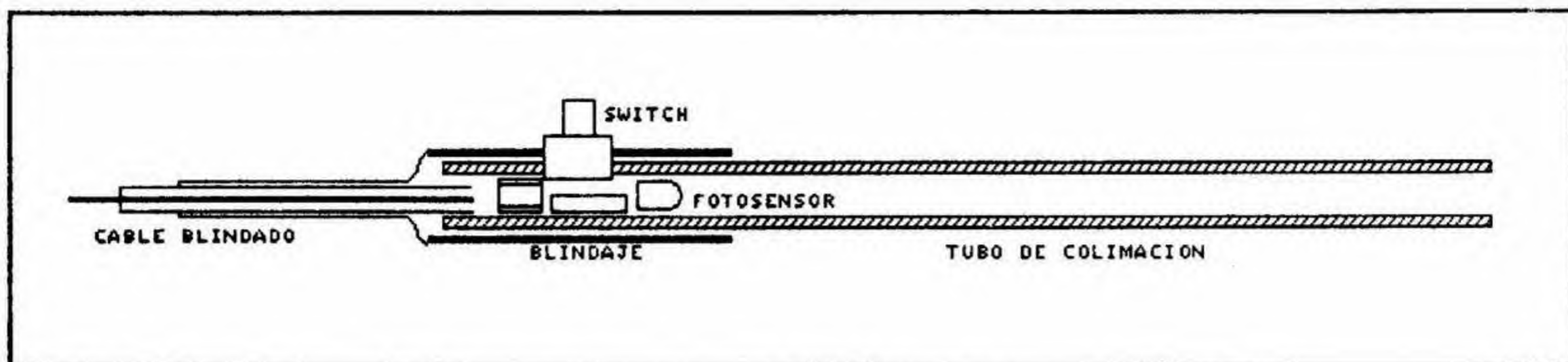


Fig. 7 - Una posible construcción del sensor

Los requisitos del sensor se cumplen bien mediante un **fotodiodo PIN**, como el MRD500 o MRD510 de Motorola. Alternativamente, pueden emplearse fotodiodos infrarrojos como el BW43, *siempre que su respuesta se extienda suficientemente al rango visible* (400-700 nm). Con respecto a cómo medir tiempos tan cortos, *habrá que inventar algo*.

Tiempos breves

En un principio pensé en incluir un **timer** como parte de la circuitería, que corriendo a 20 MHz o algo así permitiera cronometrar un tiempo tan corto. Como esto implica agregar contadores, latches y lógica adicional, busqué una solución más simple.

Finalmente, apareció como interesante un circuito de **doble rampa**: un capacitor **C** que se carga a través de un resistor **R_c** exhibe una constante de tiempo **R_cC**, y para tensiones pequeñas, la desarrollada es proporcional a **T_c/R_cC**. Si el capacitor luego se descarga con una constante de tiempo **R_dC** mucho mayor (digamos unas 100 veces), el tiempo transcurrido

hasta volver a la tensión original será $T_d = T_c / (R_c C) * (R_d C)$, también 100 veces mayor.

Y un tiempo de $100 * 50 \text{ ns} = 5 \mu\text{s}$, **sí es medible desde la PC**.

El circuito del lápiz óptico consta, pues, de dos partes. La primera es el **detector**, basado en la señal del diodo PIN (o de otro fotosensor rápido y de rango visible), amplificada, y llevada finalmente a una compuerta inversora **Schmitt**.

Por lo menos el primer transistor de la etapa amplificadora *debe ser incluido en el mismo lápiz*, y se debe emplear cable **blindado** para vincular el lápiz al resto del circuito (los campos de deflexión del monitor son bastante intensos). También es conveniente que la parte posterior del lápiz mismo esté blindada.

El detector se debe calibrar para obtener señal a la distancia de uso, que puede variar de 20 cm a 1 m. El resto del circuito es el dispositivo de **doble rampa**. El capacitor **C4** se descarga constantemente a través de **R9**, con una constante de tiempo relativamente alta, de unos 1000 μs . Si la salida de la com-

puerta **U2B** se encuentra alta, se cargará rápidamente a través del diodo **D2** y del resistor **R7**.

La salida de esta compuerta se pone alta hasta que se haya detectado señal en el sensor; porque es parte del flip-flop conformado por **U2A** y **U2B**. Una vez detectada señal, se suspende la carga para iniciar la medición del tiempo de descarga.

El conjunto **U2C-U2D** también es comandado por el flip-flop. Mientras no se detecta señal permite que cada pulso de sincronismo horizontal descargue completamente el capacitor a través de **Q4**. Con esto, en cada línea el proceso de carga comienza. El flip-flop se libera -via software- durante el pulso de borrado vertical, para reiniciar todo el ciclo. La consecuencia final es que, al detectarse señal en el foto sensor, el capacitor se habrá cargado hasta una tensión proporcional al tiempo transcurrido desde el fin del último pulso de sincronismo horizontal, es decir, a la **distancia** desde el punto apuntado hasta el comienzo de la línea.

' Requiere en el programa principal las siguientes definiciones:

defint a-z

PortP=xxxx

PortS=xxxx

' direccion base de la puerta paralelo

' direccion del registro de status

' Ejemplo:

```
screen 9: cls: paint (1,1)
do
    if inkey$<>" " then end
    paint (Columna,Fila), 15
    gosub Sensado
    circle (Columna,Fila), 5, 12
    paint (Columna, Fila), 12
loop
```

Sensado:

```
imr=inp(&H21)
out &H21, &Hff
Linea=0
while (inp(PortS) and 8)=0: wend
while (inp(PortS) and 8)=8: wend
x0=inp(PortS and &H10)
m=0
out PortP+2 ,1
out PortP+2 ,0
1:
    x=inp(PortS and &H10)
    Linea=Linea+ (x xor x0)
    x0=x
    w=inp(PortP+1)
    if (w and &H80)=0 then goto 1
2:
    m=m+1
    w=inp(PortP+1)
    if m>1000 then goto 3
    if (w and &H20) then goto 2
3:
    out &H21, imr
    Fila=Linea\&H40-50
    Columna=(m-130)*2.5 ' constantes de conversion a ajustar
    return
```

SensSwitch:

```
EstadoSwitch =( ( inp (PortP+1) and &H40)=0 )
return
```

Fig. 8 - Rutina de sensado

Medición de tiempos

Cuando el sensor se activa, se cancela tanto la carga como la descarga abrupta de **C4**. La señal de **activación** indica el comienzo de la medición de tiempo de descarga.

Este tiempo finaliza cuando la descarga se completa, lo que se detecta como un pulso alto en la salida de **U1E**, que se vincula a una entrada de la puerta paralelo.

La evolución de la carga de **C4** se muestra en la figura 6; note como se interrumpe la secuencia en el momento en que se dispara el sensor.

Conexionado

Además de alimentación de 5V (que puede tomarse de los pines 1, 2, 14 o 15 del puerto de joystick), se requiere conectar la salida del sensor (a través de **U2B**, señal inicial) y de **U1E** (señal final) a los pines 10 y 11 de la puerta paralelo.

Un tercer terminal de esta puerta se emplea para el gatillo del lápiz (simplemente, un pulsador anormal abierto a masa).

Software

El software básico se muestra en la figura 8. Dependiendo del tipo de monitor, el pulso vertical se leera en el registro de status correspondiente, en este caso ejemplificado para VGA.

Durante un ciclo (una pantalla) se cuentan **líneas** (pulsos de

horizontal) hasta detectar señal. Esto no requiere calibración (sí descontar las líneas que forman parte del borrado vertical). Una vez detectada señal, se cuentan **tiempos** (ciclos) hasta detectar la señal de **fin de descarga**.

Este tiempo debe ser multiplicado por una **constante** para convertir la lectura a porcentaje de línea o a píxels. Lo mejor es determinar **empíricamente** esta constante. El pulsador es sensado una vez concluida la medición.

Esta rutina puede ser ejecutada

permanentemente (como en el programa de ejemplo, que dibuja en la pantalla un círculo sobre la zona apuntada), o bien **esporádicamente**.

En este último caso, recomendando consultar frecuentemente el pulsador, y ejecutar la rutina de determinación de posición cuando se detecta que el mismo **ha sido accionado**.

Por último, es posible (*con paciencia y assembler*) construir un driver que permita **emular un mouse** con nuestro proyecto de lápiz óptico.

**TIENE MIEDO
QUE SU PC
SE ENFERME?**



Palhas S.R.L.
medicina pre-paga para Informática

Disfrute los beneficios de la Informática que nosotros nos hacemos cargo de los inconvenientes!!!
Por un abono mensual reciba:
mantenimiento correctivo y preventivo, seguro, asesoría, recuperación de archivos, destrucción de virus, tranquilidad.

Provisión de equipamiento y software.

CONSULTENOS!

nueva dirección: PERU 764, 2º piso, Capital
TEL/FAX 362-1300 / 9387

TAMBIEN:

IMPRESORAS LASER
 **HEWLETT
PACKARD**
**CENTRO AUTORIZADO
DE REPARACIONES**



Reconocimiento del microprocesador

por Claudio Sileoni

Nuestro amigo lector nos remite un programa para detectar el modelo de microprocesador presente en base a las diferencias que ellos exhiben en modo real.

En general, las diferencias más fáciles de manejar son aquellas referidas al manejo de los flags, cuyo uso ha ido extendiéndose desde el primitivo 8086/88.

No son estas las únicas discre-

pancias verificables; además de la variación de cantidad de ciclos por instrucción y la longitud de la cola de prefetch, otras instrucciones se comportan ligeramente distinto; instrucciones nuevas aparecen en los procesadores superiores, y la reacción del micro frente a códigos que no corresponden a instrucción alguna (para el modelo en cuestión) es variable.

```
: GETCP J.ASM - Por Claudio D. Sileoni (c) 1994 -----
: Rutina simplificada, reconoce micros: 8086/8088,80286,80386 y 80486
: ¿ Como usarla desde Quick Basic 4.5 ? :
:
: Declare Function GETCPU%()
: Print GETCPU
:
: Para Generar las Librerías .QLB y .LIB hacer:
: TASM GETCPU
: LINK /QU GETCPU.OBJ,,,BQLB45.LIB
: LIB GETCPU.LIB +GETCPU.OBJ;
:
: Cargar Quick Basic de la Siguiete Manera:
:
: .MODEL MEDIUM
: .STACK 20h
: .DATA
:
: .CODE
: PUBLIC GETCPU
```

```
;ensamblar con TASM 2.0 o Superior
;generar libreria .QLB
;generar libreria .LIB (para EXE's)
```

```
QB /L GETCPU.QLB
```

Fig. 1 - GETCPU, la subrutina assembler para revelar el tipo de microprocesador

GETCPU PROC FAR

: Primero: vemos si hay un 8086/8088. Nos basamos en el funcionamiento de la
: instruccion PUSH. El 8086/8088 decrementa el Stack Pointer Primero para
: luego guardar el valor en el Stack. Asi cuando el SP es apilado, y luego
: desapilado, desapilaremos un valor distinto al Stack Pointer Actual

push	sp		;push sp
pop		ax	;recuperar valor
cmp		ax,sp	;¿es el mismo valor que apilamos?
je		VerSi286	;si es igual, es un 80286 o Superior
mov		ax,86	;si no, es un 8086/8088
jmp		short Salir	;retornar 86 (8086/8088)

; Segundo: determinar si es un 80286. La diferencia esta en los bits IOPL en
; el registro de Banderas (Flags). Los 80386 y los 80486 los tienen, pero los
; 80286 no- Asi, los 80386 y 80486 los pueden activar, cosa que los 80286 no
; hacen. (IOPL = I/O Privilege Level)

VerSi286:

pushf			;apilar banderas
pop		ax	;recuperarlas en AX para poder examinar
or		ax, 03000h	;activar los bits IOPL (bits 12 y 13)
push	ax		;apilar con bits activados
popf			;desapilar y apilar para saber si se borraron los bits IOPL
pushf			; (en AX para poder testear!)
pop		ax	;si se borraron el chip es un 80286
test		ax, 03000h	;¿se borraron?
jnz		VerSi386	;no, es un 80386 o superior
mov		ax,286	;si, es un 80286.
jmp		short Salir	;retornar 286 (80286)

; Tercero: determinar si es un 80386. La diferencia con el 80486 es el bit
; de chequeo de alineacion (alignment check bit) en el registro de Banderas.
; El 80486 lo tiene, y el 80386 no lo tiene (como los bits IOPL en el 286!),
; el 80386 no puede setear este bit a 1, cosa que el 80486 si hace.

VerSi386:

db		66h	;PUSHFD (codigo 386)
pushf			;apilar Registro de Banderas extend. (32 bits)
pop		ax	;desapilar Word de menor peso.
and		ax,00ffffh	;borrar los bits IOPL
pop		dx	;desapilar Word de mayor peso.
or		dx,00004h	;activar el "alignment check bit".
push	dx		;apilar nuevamente las banderas (alto)
push	ax		;apilar nuevamente las banderas (bajo)
db		66h	;POPF (codigo 386)
popf			;desapilar las banderas, aqui es donde el
			;40346 borra el bit de alineacion.
db		66h	;PUSHFD (codigo 386)
pushf			;Apilar Registro de Banderas Extendido
pop		ax	;desapilar el registro de banderas extendido
pop		dx	;en los registros para poder chequear el bit de alineacion
test		dx, 4	;Chequear bit de alineacion
jnz		short VerSi486	;No se borro, es un 80486 o superior
mov		ax, 386	;si se borro, es un 80386
jmp		short Salir	;retornar un 386 (80386)

VerSi486:

mov		ax, 486	;retornar un 486 (80486)
-----	--	---------	--------------------------

Salir:

ret			;Terminar
-----	--	--	-----------

GETCPU

ENDP

END



Desafío



En respuesta
a nuestro
Desafío

"Magia Negra" recibimos varias explicaciones, en general coincidentes del comportamiento extraño del código publicado.

Algunas de ellas aluden al hecho de que ese **código** no define adecuadamente el segmento DS, pero debemos señalar que se trataba de un programa para ensayar con DEBUG, que arranca con una configuración análoga a la de un .COM:

segmentos DS y SS iguales al CS. Hecha esta salvedad, mencionamos a los ganadores: Juan J. y Tomás H. Bigeón, de Tandil.

Los Bigeón hacen notar que los micros tienen una cola de prebúsqueda (*prefetch queue*) donde almacenan bytes de código posteriores a la

Será Justicia

Pertenecer tiene sus privilegios. Y uno de ellos es que cuando Ud. adhiere a una tarjeta de crédito, pasa a integrar una base de datos con cadena perpetua. De allí en más lo llamarán reiteradamente para ofrecerle estadías en Cancún, otras (*menos deseables*) en Jardín de Paz, cuchillos con los que se puede cortar acero, carborúndum y quizás hasta las milanesas de su cuñada, y mil cosas más.

Desafiar abiertamente al cartel de Medellín, suscribirse a una enciclopedia, o mantener diez minutos de charla con un par de mormones sería menos peligroso en materia de persecuciones interminables.

Por eso, después de haber rechazado durante el curso del día una cuenta en el *Banco de Tanganjika para América Latina*, una expedición al Tibet, y la posible asociación a tres AFJP (una de las cuales respondía a la sospechosa razón social de **Carltoncho AFJP**), cuando el teléfono sonó de madrugada, mi impulso primario fue exhibir mi más variado repertorio de improperios, y, llegado el caso, desarrollar algunas nuevas.

Pero, del otro lado, estaba Jaime, imperturbable: *¿Cómo estás? ¿Bien?* - se contestó, y siguió, sin respirar: - *Por fin salió lo del Juzgado!*

Le dije que me parecía exagerado que me llamara a las cuatro de la mañana porque le hubiese salido una sentencia.

-*No, no!. ¿Cómo no te acordás de lo del Juzgado?*

Haciendo toda la memoria que se puede a las 4 A.M., recordé que allá por el '83, Jaime había estado en no se qué negocio raro y me había involucrado en él.

El "Ah, ¿sí?" no me salió muy convincente. -*Sí, sí.* - retomó la iniciativa -*Parece que el expediente estuvo parado, pero ya se aprobó. Tengo*

un amigo adentro, je! El problema es que el pliego es muy claro: hay que entregar PCs de 256 Kb, con disco rígido de no menos de 10 Mb. Bueeeeno -bostecé- se entregarán con 1 o 2 Mb de RAM, tooootal...

-No me entendiste! **Tienen** que ser de 256 Kb, porque eso dice el pliego!

-Escuchame, Jaime- le respondí repentina e inesperadamente despierto -entiendo que eso era un negocio allá por 1983 u 84, entiendo que fueran PCs de 256 Kb, pero, ¿Cómo me venís a esta hora, después de tantos años, con esto?

-Mirá, la justicia es lenta, ¿no?. Imaginate entonces lo que puede ser la burocracia en la justicia.

Me imaginé. Ensayé: -¿Y entonces?- Y fue mi error, porque debí haber cortado. -Entonces- dijo triunfante - el pliego especifica claramente que las máquinas tienen que **exhibir** 256 Kb, **no tenerlos**!

- No veo la diferencia.

- Pero hasta un abogado recién recibido la vería, mi viejo. Yo no puedo serruchar un SIMM para dejar 256 K, pero sí podemos hacer que la máquina se comporte como si fuera así.

Como si a esa altura no resultara obvio que Jaime me echaba esa carga encima, me recordó que si así no lo hiciere, Dios y la Patria me lo demandarían (de lo cual no me consta antecedente alguno) y concluyó con una retahíla de citas en latín, para dejar bien claros sus conocimientos en materia jurídica. Yo no entiendo ni jota de latín, pero sospecho que me verseaba, sobre todo cuando llegó a citar: "*Cajus, Titius y Sempronius se fueron a bañar. Cajus se ahogó ...*"

Está demás decir que ya no volví a dormir. Me asaltaban visiones inquietantes en las que la Justicia se quitaba la venda para correr el Norton y comprobar la memoria, y voces que me insinuaban pedir un cambio de carátula o un punto final.

Por favor, amigo lector, remítame una solución! ¿Cómo hacer para que una PC normal, con 1, 2 o 4 Mb, se comporte para DOS & Cía, **como si sólo poseyera 256 Kb**? Jaime me aseguró que -según el bendito pliego- se empleará exclusivamente CHKDSK para comprobar.

Puede presentarse a tiempo y en forma -por ante nuestra Redacción, Secretaría letra "B"- hasta el 20 de abril. La solución **mejor elaborada** -de acuerdo con quién entienda en la causa- será premiada con una suscripción anual de **PC Práctica**.

Será Justicia. 🎯

última instrucción procesada, para ganar tiempo en el proceso. El hecho es que una vez que una instrucción -o parte de ella- ingresó a la cola, toda modificación de la misma no será conocida por el micro. Como **DEBUG** no emula este comportamiento, al ejecutar paso a paso renueva siempre la cola de prebúsqueda y así se explica la anomalía.

Como bien dicen los Bigeón, basta intercalar un salto (un *jump dummy*) para forzar la recarga de la cola y zanjar el conflicto. □





Correo de lectores

Luminancia

Sr. Director:

Mi problema es el siguiente: en TV la luminancia equivale a $0.30R + 0.59G + 0.11B$, para VGA (monocromático) ¿es la misma proporción? Es mejor que hallarlo experimentalmente, porque puedo llegar a una combinación que 'se vea bien', pero sería una fantasía. Mi circuito consta de tres entradas a 75 ohm y una sola salida, todas referidas a un común pero ¿las proporciones?

Mi segundo problema es: en 'OPEN "COM1:1200,0,7,2" FOR RANDOM AS #1' y 'respuesta\$=INPUT\$(20,#1)'. ¿Dónde están y cómo se organizan los datos a transmitir y recibir?, ¿Qué pasa con el bit de paridad? ¿a dónde va?

Por último, ¿de qué juegan los .OVL?

Espero ansioso su respuesta y desde ya les agradezco.

GAK

PCP: El peso de los componentes primarios en la luminancia es, justamente, el que Ud. menciona. En los monitores monocromos, la "luminancia" está dada por el nivel de verde, que se reajusta en los DACs para cumplir con esa relación. Normalmente el BIOS de la VGA contiene servicios para realizar esta reprogramación y rendir una escala de grises de acuerdo con la regla mencionada.

Con respecto a las comunicaciones, los datos se organizan en un buffer que se vierte en la UART o se carga a partir de ella; BASIC lo presenta como un archivo secuencial de I/O, y, lamentablemente, combina una parametrización conceptualmente retorcida con un mal manejo del canal (el nombre de archivo mezcla el canal de comunicación, el baud rate y protocolo, y una serie de condiciones para manejar las líneas de handshake).

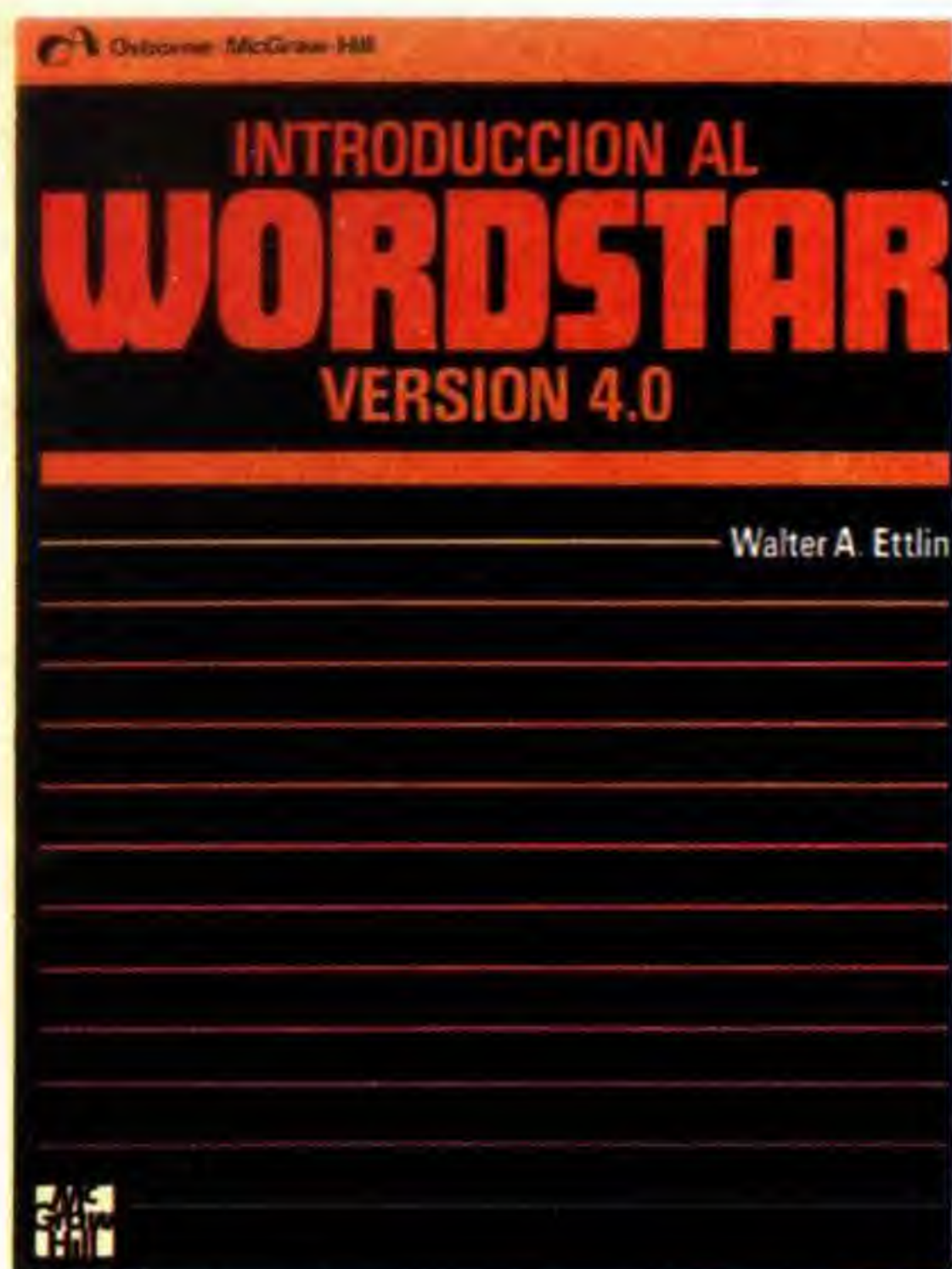
Para ser prácticos: en general conviene abrir el canal, y luego reprogramar la UART accediendo directamente a sus registros, con lo cual se pueden establecer libremente baud rates y condiciones de protocolo (por ejemplo, BASIC no admite baud rates superiores a 9600 bauds, que sí son soportados por las UARTS).

El bit de paridad es agregado o validado automáticamente en la UART misma, de acuerdo con el protocolo que se le haya programado, y sin intervención del software, es decir que no se manifiesta fuera de ella.

Los .OVL (OverLays) son ejecutables al estilo EXE que no constituyen un programa, autónomo sino partes de un programa y son cargados y ejecutados por el programa principal a medida que se requieren.

Esto permite implementar programas cuya extensión total (contando sus overlays) exceda en mucho la disponible, y no ocupar más memoria base que la que realmente necesita la fase actual del proceso.

...y en procesadores de texto:



Introducción al WordStar v.4.0

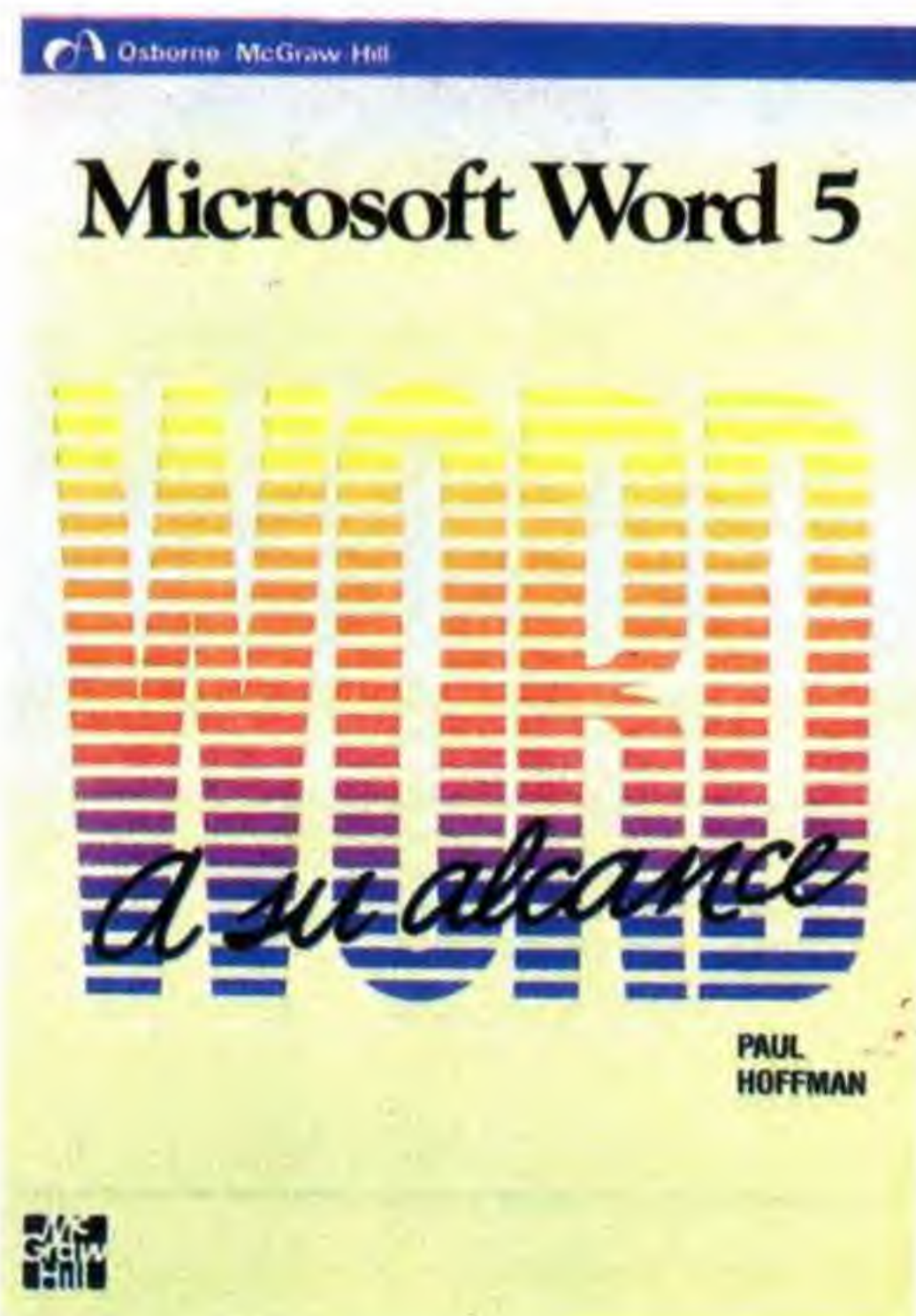
El propósito de este libro es ayudarle a llegar a utilizar eficientemente el WordStar, un programa de tratamiento de textos que brinda óptimas posibilidades de creación, búsqueda de palabras, corrección o impresión de documentos de cualquier tipo.

\$ 29.-

MS Word 5 a su alcance

Microsoft Word 5 a su alcance introduce al lector en este potente programa de procesamiento de textos, guiándolo paso a paso y reforzando el aprendizaje con numerosos ejemplos prácticos de edición, formateo y almacenamiento de textos.

\$ 29.-

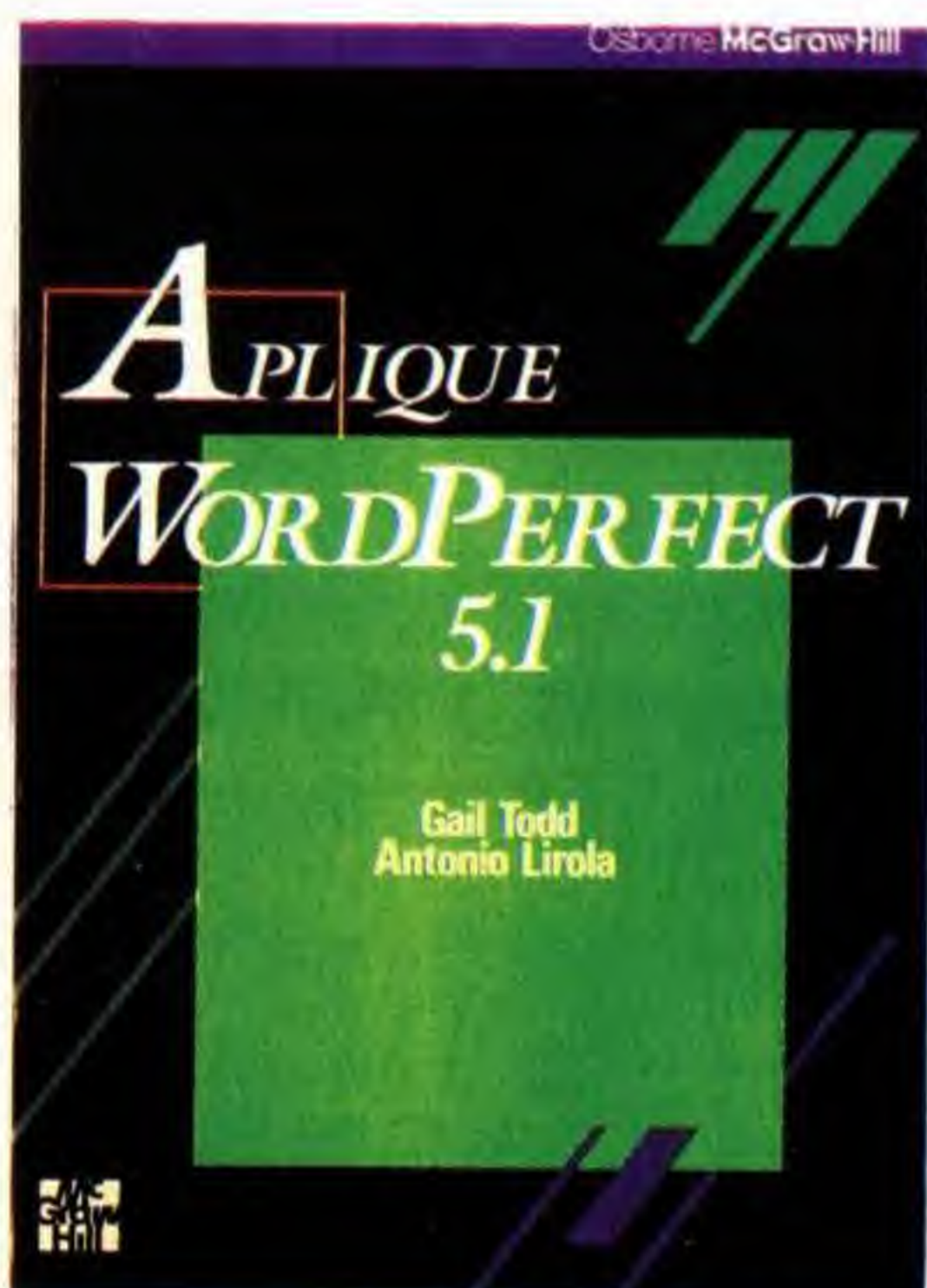


Microsoft Word 5

Aplique WordPerfect 5.1

WordPerfect es un procesador de textos avanzado, con el que se podrán llevar a cabo desde las más simples hasta las más complejas operaciones de tratamiento de textos. Este libro lo habilitará para utilizar WordPerfect 5.0 y 5.1 con destreza y eficacia.

\$ 40.-



Solicítelos agregando \$ 6.- para envío por Correo Certificado, mediante giro postal o bancario a la orden de:

EDITORIAL CUL-TEC S.A.

Independencia 1654 - 1100 Buenos Aires

Tel/Fax 383-7126 381-9308 381-9327

Horario: Lunes a Viernes de 10 a 17 horas

**Un clásico de todos los viernes
desde hace
45 años**

**Siempre
actualizada,**

**con todo el
aporte de la
computación
a la
electrónica**



**En
venta
en todo
el país.
Solicítela
en su kiosco.**

**Editorial
Cul-Tec S.A.**